

VŠB - Technická univerzita Ostrava

Fakulta stavební

Katedra dopravního stavitelství

Rekonstrukce okružní křižovatky na ul. Hlavní třída a ul. Porubská v Ostravě

Reconstruction of the roundabout on street Hlavní trida and street Porubská in  
Ostrava

Student:

Bc. Lucie Slavíková

Vedoucí diplomové práce:

Ing. Jan Petrů, Ph.D.

Ostrava 2018

## **Zadání diplomové práce**

Student:	<b>Bc. Lucie Slavíková</b>
Studijní program:	N3607 Stavební inženýrství
Studijní obor:	3607T036 Dopravní stavby
Specializace:	01 Dopravní stavby
Téma:	<b>Rekonstrukce okružní křižovatky na ul. Hlavní třída a ul. Porubská v Ostravě</b> <b>Reconstruction of the roundabout on street Hlavní trida and street Porubska in Ostrava</b>
Jazyk vypracování:	čeština

### **Zásady pro vypracování:**

Obsahem diplomové práce je návrh variantního řešení rekonstrukce okružní křižovatky na ul. Hlavní třída a ul. Porubská v Ostravě. Studentka v práci provede dopravně inženýrský průzkum, fotodokumentaci stávajícího stavu, analýzu dopravní nehodovosti a analýzu bodových závad na křižovatce. Práce bude obsahovat návrh variantního řešení křižovatky s ohledem na bezpečnost silničního provozu a na vedení automobilové, pěší a cyklistické dopravy. Práce bude zpracována na úrovni odpovídající požadavkům studie a dle pokynů vedoucího práce.

### **Seznam doporučené odborné literatury:**

Vyhláška č. 398/2009 Sb., o technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové využívání staveb  
ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích  
ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací  
TP 113 Značky a symboly pro výkresy pozemních komunikací  
TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích  
TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací  
TP 171 Vlečné křivky pro ověřování průjezdnosti směrových prvků pozemních komunikací  
TP 179 Navrhování komunikací pro cyklisty  
TP 192 Dlažby pro konstrukce PK

Formální náležitosti a rozsah diplomové práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.

Vedoucí diplomové práce: **Ing. Jan Petrů, Ph.D.**

Datum zadání: 28.02.2018

Datum odevzdání: 30.11.2018



doc. Ing. Miloslav Řezáč, Ph.D.  
*vedoucí katedry*



prof. Ing. Radim Čajka, CSc.  
*děkan fakulty*



### **Prohlášení studenta**

Prohlašuji, že jsem celou diplomovou práci včetně příloh vypracovala samostatně pod vedením vedoucího diplomové práce a uvedla jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě .....26.11.2018.....

.....Slavková'.....

podpis studenta

**Prohlašuji, že:**

- jsem byla seznámena s tím, že na moji diplomovou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. – autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- beru na vědomí, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen VŠB-TUO) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě diplomovou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že údaje o diplomové práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – diplomovou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- beru na vědomí, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě .....26. 11. 2018.....

.....Slavíková.....

podpis studenta

## **Anotace**

SLAVÍKOVÁ, Lucie. *Rekonstrukce okružní křižovatky na ul. Hlavní třída a ul. Porubská v Ostravě*. Diplomová práce. VŠB-TU Ostrava, Fakulta stavební, 2018, 93 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jan Petrů, Ph.D.

Předmětem této diplomové práce je návrh rekonstrukce okružní křižovatky na ulici Hlavní třída a ulici Porubská v Ostravě. Hlavním cílem práce je návrh dvou variant přestavby okružní křižovatky, při kterých bude dbáno na dosažení potřebných opatření ke zvýšení plynulosti a bezpečnosti provozu automobilové, pěší a cyklistické dopravy. Součástí diplomové práce je zjištění stávajícího stavu okružní křižovatky, vyhodnocení intenzity dopravy na základě provedených dopravních průzkumů, vyhodnocení dopravní nehodovosti včetně videoanalýzy konfliktních situací a analýzy bodových závad. Na závěr byly navržené varianty porovnány dle multikriteriálního hodnocení, na jehož základě byla pro podrobnější zpracování vybrána nejvhodnější varianta. Pro ověření průjezdnosti okružní křižovatky byl při návrzích používán program AutoTURN.

## **Klíčová slova**

okružní křižovatka, dopravní průzkum, dopravní nehodovost, konfliktní situace, analýza bodových závad, multikriteriální hodnocení, AutoTURN

## **Annotation**

SLAVÍKOVÁ, Lucie. *Reconstruction of the roundabout on street Hlavní trida and street Porubská in Ostrava*. Thesis. VŠB-TU Ostrava, Faculty of Civil Engineering, 2018, 93 p. Supervisor Ing. Jan Petrů, Ph.D.

The subject of this diploma thesis is a proposal of roundabout reconstruction on street Hlavní trida and street Porubská in Ostrava. The main aim of the work is to propose two variants of reconstruction of the roundabout which will take into account the necessary measures to increase the fluency and traffic safety of vehicles, pedestrian and cyclists. Part of the work is observation the current state, evaluation of the traffic intensity based on the traffic surveys, evaluation of traffic accidents including the videoanalysis of conflict situations and analysis of point faults. Finally, the suggested variants were compared according to the multi-criteria evaluation and based on the conclusion the most suitable variant was chosen for more detailed processing. During desingning the program AutoTURN was used to check the pass ability of the roundabout.

## **Keywords**

roundabout, traffic survey, traffic accidents, conflict situations, analysis of point faults, multi-criteria evaluation, AutoTURN

## Obsah diplomové práce

ZNAČENÍ A ZKRATKY .....	10
1. ÚVOD .....	11
1.1 Identifikační údaje stavby.....	12
2. POLOHA KŘÍŽOVATKY .....	12
2.1 Širší vztahy .....	12
3. POPIS KŘÍŽOVATKY A JEJÍHO PROVOZU .....	15
3.1 Obecný popis .....	15
3.2 Stavebně-technický stav okružní křižovatky .....	17
3.2.1 Analýza bodových závad .....	21
3.3 Dopravní značení .....	22
3.3.1 Vodorovné dopravní značení .....	22
3.3.2 Svislé dopravní značení.....	22
4. DOPRAVNÍ PRŮZKUM.....	24
4.1 Popis měření dopravního průzkumu.....	24
4.2 Zpracování naměřených dat.....	28
4.2.1 Naměřená data pomocí čárkovací metody .....	28
4.2.2 Naměřená data pomocí automatizované techniky.....	29
4.3 Pentlogram křižovatky.....	32
4.4 Vyhodnocení dopravních průzkumů .....	34
4.4.1 Posouzení kapacity okružní křižovatky.....	34
4.4.2 Stanovení ročního průměru denních intenzit .....	37
4.4.3 Stanovení intenzity cyklistické dopravy .....	39
4.4.4 Prognóza intenzity automobilové dopravy.....	40
5. DOPRAVNÍ NEHODOVOST .....	41
6. VYHODNOCENÍ KONFLIKTNÍCH SITUACÍ.....	44



6.1	Videoanalýza konfliktních situací .....	46
7.	SOUHRN ZJIŠTĚNÝCH NEDOSTATKŮ ŘEŠENÉ OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKY .....	54
8.	NÁVRH VARIANT.....	55
8.1	Varianta 1 .....	57
8.1.1	Popis varianty 1 .....	57
8.1.2	Návrh varianty 1 .....	58
8.1.2.1	Důsledky absence fyzických oddělení jízdních pruhů.....	65
8.2	Varianta 2 .....	67
8.2.1	Popis varianty 2 .....	67
8.2.2	Návrh varianty 2 .....	68
9.	MULTIKRITERIÁLNÍ ANALÝZA NAVRŽENÝCH VARIANT .....	75
10.	VÝSLEDNÁ VARIANTA .....	78
10.1.	Dopravní značení .....	78
10.2.	Ověření rozhledových poměrů a průjezdnosti křižovatky .....	81
10.3.	Návrh konstrukce vozovky .....	82
10.4.	Předběžný rozpočet.....	85
11.	ZÁVĚR.....	86
12.	SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ .....	87
13.	SEZNAM OBRÁZKŮ .....	89
14.	SEZNAM TABULEK.....	90
15.	SEZNAM GRAFŮ .....	91
16.	SEZNAM PŘÍLOH .....	92

## ZNAČENÍ A ZKRATKY

JDVM	jednotná dopravní vektorová mapa
MK	místní komunikace
p.č.	parcelní číslo
DPO	dopravní podnik Ostrava
ČSN	česká technická norma
TP	technické podmínky
OK	okružní křižovatka
KS	konfliktní situace
TOK	turbo-okružní křižovatka
ÚKD	úroveň kvality dopravy, [-]
$t_w$	střední doba zdržení, [s]
RPDI	roční průměr denních intenzit dopravy, [voz/den], pro vozidla celkem
voz	vozidla
cykl	cyklisti
pvoz	přepočtená vozidla
VDZ	vodorovné dopravní značení
SDZ	svislé dopravní značení
Nábřeží SPB	Nábřeží Svazu protifašistických bojovníků (ulice)
SFDI	Státní fond dopravní infrastruktury

# 1. ÚVOD

Obsahem této diplomové práce je návrh variantního řešení rekonstrukce okružní křižovatky na ulici Hlavní třída a ulici Porubská, která se nachází v intravilánu města Ostravy. Příčinou rekonstrukce okružní křižovatky je její současný stav, který je vzhledem k neustále rostoucí intenzitě dopravy stále více nevyhovující. S tím úzce souvisí zvýšená dopravní nehodovost, vysoký počet kolizních situací a snížení plynulosti a bezpečnosti provozu automobilové, pěší a cyklistické dopravy.

V první části své diplomové práce se budu zabývat popisem stávajícího stavu okružní křižovatky a jejího provozu. Součástí toho bude přiblížení problematiky dané lokality a následné zhodnocení křižovatky z hlediska bezpečnosti a plynulosti provozu. Pro zjištění kapacity stávající křižovatky bude proveden dopravně inženýrský průzkum, na jehož základě bude zjištěna kapacita pro výhledový rok. Práce je dále zaměřena na analýzu dopravní nehodovosti v období od počátku roku 2007 až po současnost a na následnou analýzu konfliktních situací. V neposlední řadě bude pro křižovatku provedena analýza bodových závad.

V druhé části své diplomové práce se budu zabývat samotnými návrhy rekonstrukce okružní křižovatky, které budou provedeny dle platných předpisů a norem. Navrženy budou celkem dvě variantní řešení, při kterých bude dbáno na dosažení potřebných opatření ke zvýšení plynulosti a bezpečnosti provozu automobilové, pěší a cyklistické dopravy.

Na závěr bude dle multikriteriálního hodnocení vybrána jedna výsledná varianta, která bude dále podrobněji zpracována. Jako první bude navrženo potřebné dopravní značení, které zahrnuje návrh a popis svislého a vodorovného dopravního značení. Jako další budou ověřeny rozhledové poměry na křižovatce a za pomoci vlečných křivek směrodatného vozidla bude ověřena průjezdnost navržené křižovatky v programu AutoTURN. Dále bude následovat zakreslení vzorového příčného řezu, jehož součástí je navržení výsledné skladby konstrukce vozovky, a nakonec bude provedena finanční rozvaha výsledné varianty.

## 1.1 Identifikační údaje stavby

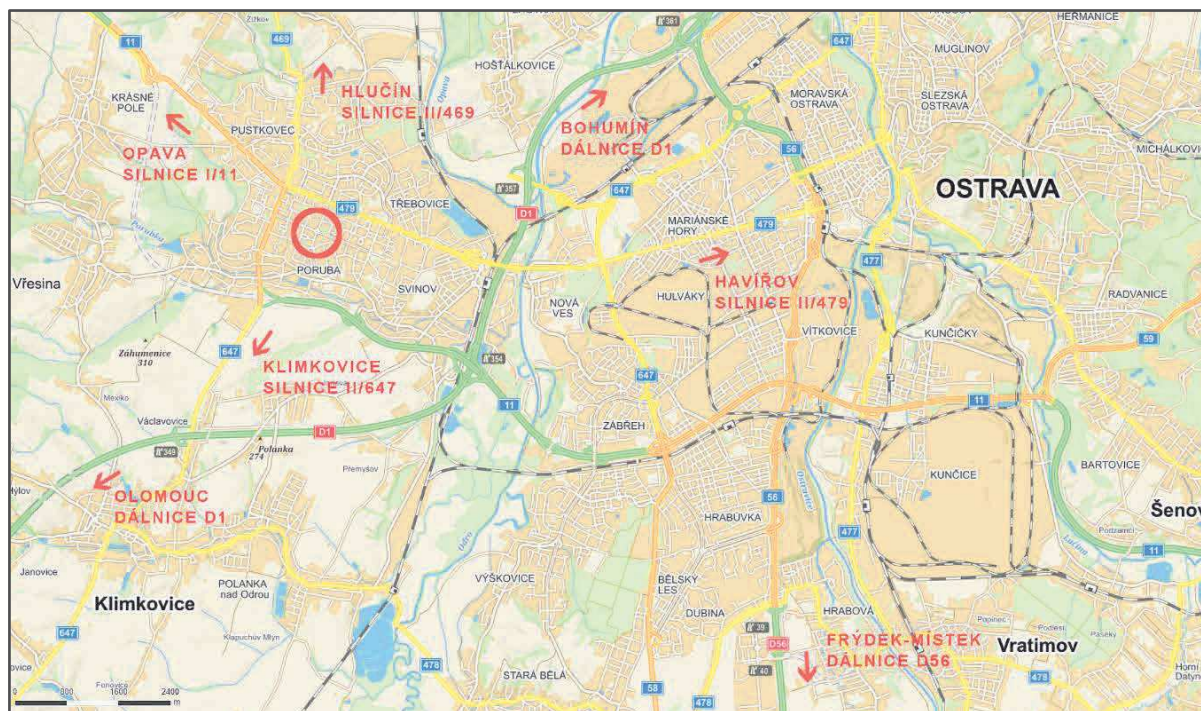
Název stavby:	Rekonstrukce okružní křižovatky na ul. Hlavní třída a ul. Porubská v Ostravě
Druh stavby:	Dopravní
Zadavatel:	Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava Fakulta stavební Katedra dopravního stavitelství
Adresa zadavatele:	Ludvíka Podéště 1875/17, 708 00 Ostrava-Poruba
Místo stavby:	Intravilán, Ostrava-Poruba
Kraj:	Moravskoslezský
Okres:	Ostrava-město
Katastrální území:	Poruba [715174]
Projektant:	Bc. Lucie Slavíková
Vedoucí projektu:	Ing. Jan Petřů, Ph.D.

## 2. POLOHA KŘÍŽOVATKY

### 2.1 Širší vztahy

Město Ostrava spadá pod okres Ostrava-město a je součástí moravskoslezského kraje. Svou rozlohou je třetím největším městem republiky a s celkovým počtem obyvatel přibližně 291 tisíc se stalo rovněž třetím v pořadí podle počtu obyvatel. Ostrava se nachází 10 kilometrů jižně od hranice s Polskem a 50 kilometrů západně od hranice se Slovenskem. Hlavní město Praha je od Ostravy vzdálena 360 km.

Na Obrázku 1 je červeně zakroužkováná poloha řešené křižovatky a směry, kterými se lze dostat do okolních měst po komunikacích různé kategorie.



Obrázek 1: Poloha okružní křižovatky vzhledem k okolním městům [Zdroj: Mapy.cz [25]]

Poruba je jeden z 23 městských obvodů statutárního města Ostravy. Za centrum Poruby je považována ulice Hlavní třída, která je dlouhá přibližně 1,6 km a je obdivuhodná především svou architekturou. Ve svém volném čase mohou návštěvníci využít širokou nabídku atrakcí jako jsou například největší střeoevropské letní koupaliště Ostrava Poruba, kryté bazény anebo zimní stadion pro hokejové fanoušky. Poruba dále nabízí širokou možnost vzdělávání. Vedle mateřských, základních a středních škol se zde nachází i jedna z nejlépe hodnocených vysokých škol v Česku Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava. Poruba jako jedna z mála ostravských regionů skýtá spoustu míst určených pro odpočinek, které jsou tvořeny parky a sady či posezení u porubských rybníků. Spodní částí městského obvodu protéká říčka Porubka.

Detailní pohled na řešenou okružní křižovatku je k vidění na Obrázku 2. Křižovatka navzájem propojuje ulici Hlavní třída s ulicí Porubská a umožňuje jízdu vozidel směrem k ulici 17. listopadu, ulici Nábřeží SPB, ulici Francouzská a ulici Opavská.



Obrázek 2: Detail řešené okružní křižovatky [Zdroj: Mapy.cz [25]]

Křižovatka, přilehlé komunikace a okolní pozemky se nacházejí na katastrálním území Poruba [715174]. Okružní křižovatka a komunikace, podléhající mému návrhu, mají různá parcelní čísla (dále jen „p.č.“). Pro ulici Hlavní třída platí p.č. 894/1, úseku od okružní křižovatky k ulici Opavské odpovídá p.č. 1350 a v úseku od okružní křižovatky k ulici Nábřeží SPB platí p.č. 478. Všechny zmíněné pozemky spadají pod vlastnictví Statutárního města Ostrava a jsou využívány jako komunikace. Přilehlé parcely jsou dále vedeny jako zastavěné plochy a nádvoří či ostatní plochy, které jsou využívány pro pěstování zeleně a trávení volného času.

Vzhledem k tomu, že okresem vede velké množství železničních tratí, dálnice D1 a D56 a velmi vytížená silnice I/11, vedoucí od města Hradec Králové přes Ostravu až na Slovensko, má Ostrava-město poměrně vysokou intenzitu dopravy. Okresem tak projíždějí nejen osobní automobily, ale také těžká tranzitní doprava, kterou tvoří zejména těžké nákladní automobily s užitečnou hmotností nad 12 tun a návěsové soupravy. Řešená okružní křižovatka se nachází mimo dosah těchto vytížených komunikací a provoz na ni je tvořen zejména osobními automobily, nákladními vozidly s užitečnou hmotností do 12 tun, autobusy, motocykly a cyklisty.



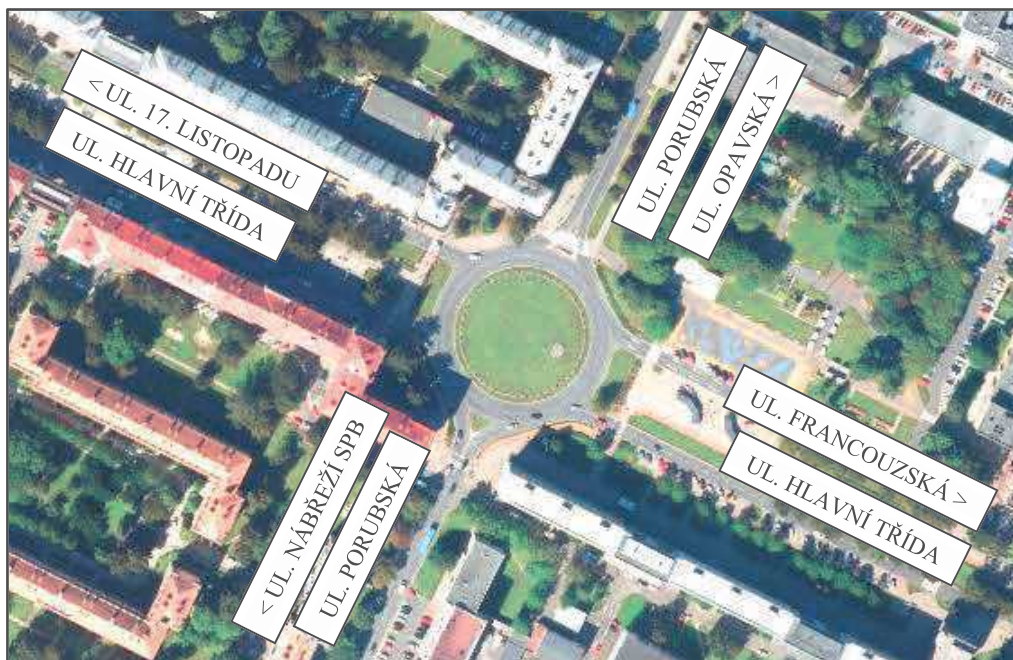
### 3. POPIS KŘIŽOVATKY A JEJÍHO PROVOZU

#### 3.1 Obecný popis

Okružní křižovatka umožňuje propojení dvou místních komunikací (dále jen „MK“) – ulice Hlavní třída a ulice Porubská. Aktuální letecký snímek stávajícího stavu je k vidění na Obrázku 3.

Ulice Hlavní třída je čtyřpruhová směrově rozdělená místní komunikace, která se táhne od ulice 17. listopadu po ulici Francouzská. Podle seznamu MK, které jsou ve správě Ostravských komunikací, a.s. [30], lze komunikaci Hlavní třída zařadit mezi MK I. třídy. Tuto pozemní komunikaci můžeme podle ČSN 73 6110 [2] dále zařadit mezi funkční supinu A, která odpovídá rychlostním MK ve městech s dopravní funkcí.

Dvoupruhová směrově nerozdělená místní komunikace s názvem ulice Porubská vede od ulice Opavská po ulici Nábřeží SPB. Na základě seznamu MK, které jsou ve správě Ostravských komunikací, a.s. [30], lze komunikaci Porubská zařadit mezi MK II. třídy. Tuto pozemní komunikaci lze podle ČSN 73 6110 [2] dále zařadit mezi funkční supinu B, která odpovídá sběrným MK s dopravně-obslužnou funkcí.



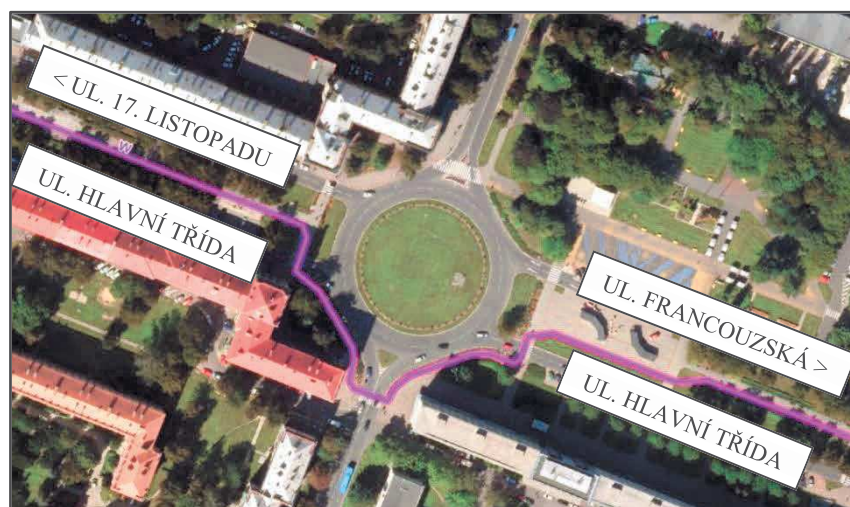
Obrázek 3: Ortofotomapa řešené okružní křižovatky [Zdroj: Mapy.cz [25]]

Ostrava je protkaná řadou sítí autobusových linek spadající pod dopravní podnik Ostrava (DPO). Řešenou křižovatkou projíždějí jak klasické autobusy délky 14,95 m, tak kloubové autobusy délky 18,00 m, které zastavují na přilehlých autobusových zastávkách. Podle Obrázku 4, na kterém je červeně zakroužkované řešené místo, projíždějí křižovatkou autobusové linky s číslem 40, 43, 44, 45, 46, 54 a 58.



Obrázek 4: Síť autobusových linek DPO [Zdroj: Ostravainfo [27]]

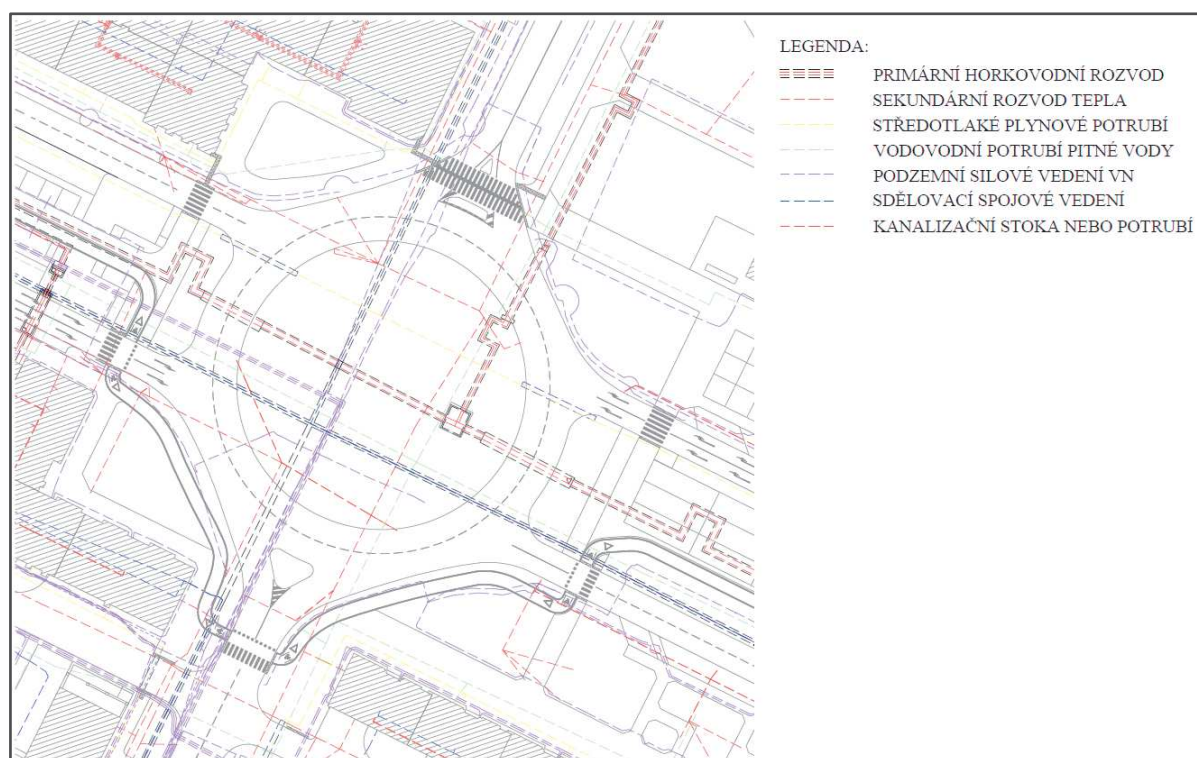
Okružní křižovatka je součástí cyklistické trasy W, a proto tudy projíždí zvýšené množství cyklistů. Tato trasa vede ve střední části dělicího pásu ulice Hlavní třída a je součástí sdružené stezky pro chodce a cyklisty. V místě okružní křižovatky je cyklistická trasa vedena mimo okružní jízdní pás. Skutečný průběh trasy okružní křižovatkou je k vidění na Obrázku 5. Pěší mohou v blízkosti křižovatky využít chodníky anebo sdruženou stezku pro chodce a cyklisty, která je dělena zvlášť na část cyklistickou a část pěší.



Obrázek 5: Vedení cyklotrasy W okružní křižovatkou [Zdroj: Mapy.cz [25]]



V místě okružní křižovatky prochází velká spousta inženýrských sítí, které vedou zejména pod zemí (viz Obrázek 6). Nachází se zde kanalizační stoky, vodovodní potrubí pitné vody, plynové středotlaké potrubí, silové vedení veřejného osvětlení, spojové sdělovací vedení, sekundární rozvody tepla a primární horkovodní rozvod, který je uložený v železobetonovém kanále v podzemí středního dělicího pásu ulice Hlavní třídy. Je to velice důležité vedení, které zásobuje celou část Poruby tepelnou energií z Elektrárny Třebovice. Toto horkovodní potrubí bylo od června do září roku 2018 opravováno. Řešení inženýrských sítí v rámci návrhu rekonstrukce okružní křižovatky není součástí této diplomové práce.



Obrázek 6: Stávající průběh inženýrských sítí

### 3.2 Stavebně-technický stav okružní křižovatky

Jedná se o úrovnňovou okružní křižovatku se dvěma jízdními pruhy na okružním jízdním pásu, kde je přednost v jízdě určena dopravním značením. Již na první pohled si lze všimnout několika rozdílů v provedení dvoupruhové okružní křižovatky od jednopruhé. Provoz na řešené okružní křižovatce je uskutečněn po širokém okružním jízdním pásu ve dvou pruzích, které jsou široké 5,00 metrů. Šířka okružního jízdního pásu je tedy 10,00 metrů. Ve směru ulice Porubská jsou vjezdy a výjezdy tvořeny jedním jízdním pruhem, zatímco ve směru ulice Hlavní třída jsou vjezdy a výjezdy řešeny jako dvoupruhové. Vnější a vnitřní průměr okružní křižovatky, značený jako velké  $D$  a malé  $d$ , je 80,00 a 60,00 metrů.

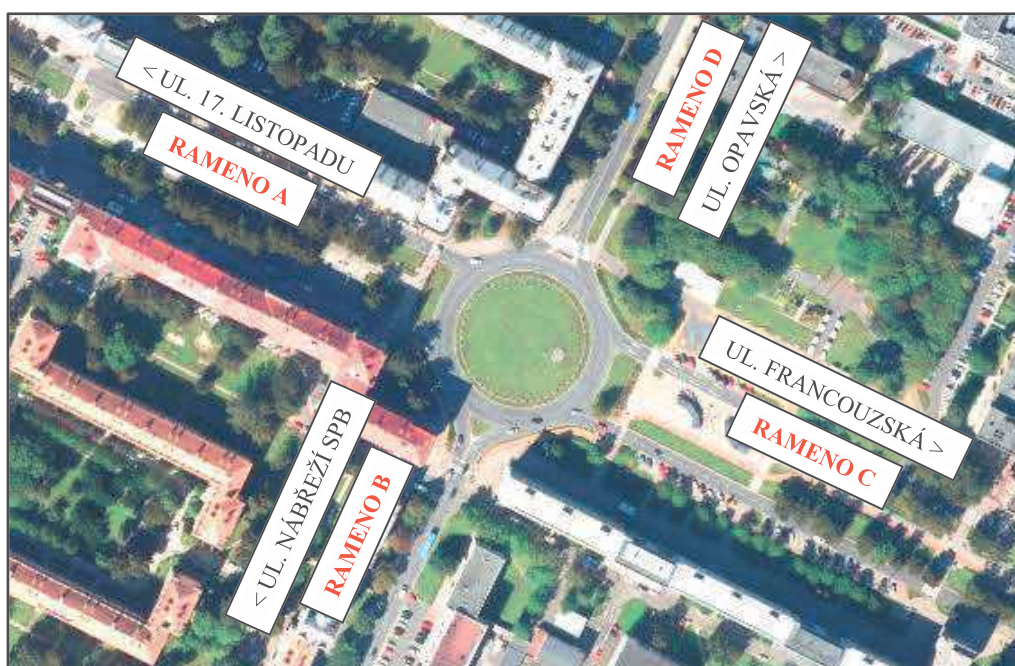
Od jednopruhové okružní křižovatky se dvoupruhová dále liší v řešení prstence a středového ostrova. V mém případě je prstenec, který je určený pro pojíždění nákladními vozidly anebo vozidly s nadměrným nákladem, úplně vynechán a zůstal jen nepojízdný středový ostrov lemovaný po svém obvodu betonovým obrubníkem.

Ulice Hlavní třída stoupá ve směru od ulice Francouzská k ulici 17. listopadu, tedy od jihovýchodu k severozápadu. Podélný sklon je proměnný, k okružní křižovatce stoupá v hodnotě 0,5 % a poté se mění ve stoupání v hodnotě 1,5 %. Ve směru od ulice Opavská k ulici Nábřeží SPB, tedy od severovýchodu k jihozápadu, místní komunikace Porubská nejprve stoupá a poté přechází v klesání. K okružní křižovatce podélný sklon stoupá v hodnotě 0,5 %, od ní už pak pokračuje v klesání v hodnotě 0,5 %.

Fotografie stávajícího stavu okružní křižovatky jsou poskytnuty v Příloze 11. Stávající stav byl zakreslen a je k dispozici v Příloze 2.

### ***Ramena okružní křižovatky***

Okružní křižovatka je tvořena celkem čtyřmi rameny, jejichž znázornění je k vidění na Obrázku 7 níže. Ramena A a C se nacházejí ve směru ulice Hlavní třída, která vede od ulice 17. listopadu po ulici Francouzská. Ramena B a D se nacházejí ve směru ulice Porubská, která vede od ulice Nábřeží SPB po ulici Opavská.



Obrázek 7: Ramena okružní křižovatky [Zdroj: Mapy.cz[25]]

- **Rameno okružní křižovatky A** (úsek: Okružní křižovatka – ul. 17. listopadu)

Rameno A je tvořeno dvoupruhovým vjezdem a výjezdem, které jsou od sebe navzájem odděleny středním dělicím pásem šířky 29,00 m. Ten slouží pro bezpečný pohyb chodců a cyklistů, kteří zde mohou využít sdruženou stezku pro chodce a cyklisty. Šířka jízdního pásu pro cyklisty je 2,38 m a k němu přiléhající pás pro chodce je široký 2,80 m. Komunikace pro cyklisty je od pásu pro chodce oddělena bezpečnostním odstupem šířky 0,50 m. Nároží dělicího pásu jsou tvořena oblouky o velikosti 5,50 m.

Vjezd i výjezd je proveden v celkové šířce 6,50 m, pro jeden pruh je to tedy 3,25 m. Nároží jsou na vjezdu a výjezdu tvořena oblouky o poloměrech 24,00 m a 15,00 m. Podél ulice Hlavní třída jsou po stranách jízdních pruhů zřízena parkovací místa. Po pravé straně se jedná o podélná parkovací stání v šířce 2,00 m, kdežto po levé straně se nachází kolmá parkovací stání, která jsou u vjezdu dlouhá 5,80 m a u výjezdu 5,50 m. Tyto parkovací plochy nijak nezasahují do pozdějšího návrhu rekonstrukce okružní křižovatky. Pro pohyb chodců jsou zde k dispozici přechody pro chodce šířky 3,00 m a 4,00 m, které dosahují délky 6,50 m. Na vjezdu je k přechodu připojen přejezd pro cyklisty široký 3,50 m. Hmatové úpravy jsou provedeny v podobě varovných pásů šířky 0,40 m, které jsou pouze v jednom případě doplněny o signální pás široký 0,80 m.

- **Rameno okružní křižovatky B** (úsek: Okružní křižovatka – ul. Nábřeží SPB)

Rameno B je tvořeno jednopruhovým vjezdem a výjezdem. Jízdní pruhy jsou od sebe odděleny trojúhelníkovým dělicím ostrůvkem, který je tvořen vegetačním porostem a je lemován betonovými silničními obrubníky. Ostrůvek je nedělený délky 7,00 m, šířky 9,80 m a je tvořen oblouky o poloměrech 1,50 a 2,00 m.

Vjezd i výjezd je proveden v proměnné šířce 6,50 a 6,30 m. Jízdní pruhy se pak postupně směrem k ulici Nábřeží SPB zužují na šířku 5,00 m. Nároží jsou tvořena oblouky o poloměrech 20,00 m. Pro pohyb chodců je zde k dispozici přechod pro chodce šířky 2,50 m a délky 10,00 m. Z ramene A vede cyklistická trasa, která pokračuje přes rameno B do ramene C. Její šířka je v tomto úseku 2,50 m. V místě přejezdu pro cyklisty, který je široký 2,90 m, se zužuje na šířku pouze 2,00 m. Hmatové úpravy jsou provedeny pouze v podobě varovných pásů šířky 0,40 m.

Ve vzdálenosti přibližně 60,00 m od okružního jízdního pásu se na rameni B nachází průsečná křižovatka, kde je přednost v jízdě dána svislým dopravním značením.

○ **Rameno okružní křižovatky C** (úsek: Okružní křižovatka – ul. Francouzská)

Rameno C je v obdobném provedení, jako je rameno A. Liší se v poloměrech nároží křižovatky, šířce přechodů pro chodce, šířce přejezdu pro cyklisty a přilehlých parkovacích stáních. Nároží jsou postupně pro vjezd a výjezd tvořena oblouky o poloměrech 25,00 m a 20,00 m. K překonání místní komunikace slouží přechody pro chodce šířky 5,00 m a 2,00 m, které jsou dlouhé 6,50 m. Na výjezdu je k přechodu přimknutý přejezd pro cyklisty šířky 3,30 m. Cyklistická trasa se v tomto místě mění na šířku 2,40 m a 2,50 m. Parkovací místa jsou na rameni C řešena pouze po pravé straně pravého jízdního pruhu, kdy se jedná o šikmá stání délky 4,40 m. Tyto parkovací plochy, stejně jako u ramene A, nijak nezasahují do pozdějšího návrhu rekonstrukce okružní křižovatky.

○ **Rameno okružní křižovatky D** (úsek: Okružní křižovatka – ul. Opavská)

Rameno D je složeno z jednopruhového vjezdu a výjezdu. Mezi jízdními pruhy je umístěn dělící ostrůvek ve tvaru trojúhelníku. Jedná se o ostrůvek, který byl na rameno umístěn až po dokončení stavby okružní křižovatky. Je tvořen plastovými bloky, které jsou zpevněny výplní ze zeminy. Délka ostrůvku činí 12,00 m a je široký 9,80 m. Dále je ostrůvek rozdělený na dvě části, které chrání přechod pro chodce šířky 6,00 m a délky 19,90 m. Hmatové úpravy jsou provedeny v podobě varovných a signálních pásů šířky 0,40 m a 0,80 m.

Vjezd i výjezd je proveden v proměnné šířce 6,75 a 6,50 m. Jízdní pruhy se směrem k ulici Opavská zužují na šířku 5,00 m. Nároží jsou na vjezdu a výjezdu tvořena oblouky o poloměrech 10,00 a 13,00 m.



### 3.2.1 Analýza bodových závad

Při zjišťování stávajícího stavu okružní křižovatky bylo zjištěno hned několik bodových závad, které narušují bezpečnost a plynulost provozu na okružní křižovatce.

Pro bezpečné přecházení nemotorizovaných uživatelů, jako jsou například chodci, handicapovaní uživatelé, osoby s dětským kočárkem anebo bruslaři, je na jednotlivých ramenech okružní křižovatky k dispozici celkem šest přechodů pro chodce. Během dokumentace stávajícího stavu křižovatky bylo zjištěno, že přechody pro chodce jsou provedeny v různých šířkách: 3,00 m a 4,00 m (rameno A), 2,50 m (rameno B), 5,00 m a 2,00 m (rameno C) a 6,00 m (rameno D). Přechody v šířce 2,00 a 2,50 metru nesplňují hodnotu nejmenší šířky přechodu, která podle ČSN 73 6110 [2] činí 3,00 metry.

Nejvíce problémový přechod pro chodce se nachází na rameni D na ulici Porubská směrem k ulici Opavská. Tento přechod, široký 6,00 metrů a dlouhý 19,90 metrů, je v místě dopravního ostrůvku nepřerušený a chybí zde snížená plocha dopravního ostrůvku, která by vymezovala čekací prostor pro nemotorizované uživatele. Přechod je dále nevhodně umístěn blízko okružnímu jízdniému pásu. Problémy nastávají v případech, kdy autobus stojící na vjezdu do křižovatky omezuje pohyb chodců po přechodě, anebo když autobus stojící na výjezdu zabraňuje plynulému provozu vozidel na okružním jízdniém pásu. Z důvodu velké šířky výjezdu a nerespektování tak jízdni rychlosti jedoucimi vozidly docházelo k narušení bezpečnosti přecházejících chodců.

Ke komplikacím docházelo rovněž na přechodě, který se nachází na rameni B ulice Porubská. Tento přechod se nachází v dostatečné vzdálenosti od okružního jízdniého pásu, ale z důvodu velké šířky výjezdu zde docházelo k situacím, kdy řidiči nerespektovali jízdni rychlost a ohrožovali tak bezpečnost přecházejících nemotorizovaných uživatelů.

Cyklisté jsou v prostoru okružní křižovatky vedeni mimo okružní jízdni pás. Při zaměřování stávajícího stavu okružní křižovatky bylo zjištěno, že cyklistická stezka není provedena v jednotné šířce a v místě přejezdů pro cyklisty se její šířka buď rozšiřuje, nebo zužuje. Dále byla zjištěna různorodost provedení stezky. Na rameni A je cyklistická část stezky provedena z dlažby šedé barvy a dále pokračuje v provedení ze zámkové dlažby červené barvy.

### 3.3 Dopravní značení

#### 3.3.1 Vodorovné dopravní značení

Vodorovné dopravní značení (dále jen „VDZ“) na okružním jízdním páse je špatně viditelné a místy úplně chybí. Značení na ramenech okružní křižovatky je v dobrém stavu, výjimku tvoří lokální oprava vozovky na rameni B v místě přechodu pro chodce, která narušila VDZ přechodu pro chodce a přejezdu pro cyklisty.

Přehled stávajícího vodorovného dopravního značení je k vidění v Tabulce 1 a Příloze 3.

*Tabulka 1: Stávající vodorovné dopravní značení*

<b>OZNAČENÍ</b>	<b>NÁZEV ZNAČKY</b>	<b>ROZMĚRY [m]</b>			<b>POČET [ks]</b>
		<i>délka úsečky</i>	<i>délka mezery</i>	<i>šířka čáry</i>	
V 1a	Podélná čára souvislá	-	-	0,125	-
V 2b	Podélná čára přerušovaná	3,00	1,50	0,125	-
V 7	Přechod pro chodce	-	-	0,500	3
V 8b	Přejezd pro cyklisty přimknutý k přechodu pro chodce	-	-	0,500	3
V 9a	Směrové šipky	-	-	-	20
V 13a	Šikmé rovnoběžné čáry	-	-	0,500	10
V 14	Jízdni pruh pro cyklisty	-	-	-	6
V 15	Písmo (symbol P 4)	-	-	-	6

#### 3.3.2 Svislé dopravní značení

Přednost v jízdě je na stávající okružní křižovatce dána svislým dopravním značením (dále jen „SDZ“). Na okružním jízdním páse je přednost vozidel dána značkou č. P 2 „Hlavní pozemní komunikace“ (viz Obrázek 8 vlevo). Při příjezdu ke křižovatce je řidič upozorněn značkou č. P 4 „Dej přednost v jízdě!“, která je pro stanovení přikázaného směru jízdy na křižovatce užita společně se značkou č. C 1 „Kruhový objezd“ (viz Obrázek 8 vpravo). Dopravní ostrůvky na ramenech B a D jsou využity pro umístění značky č. C 4a „Přikázaný směr objíždění vpravo“.



Obrázek 8: Ukázka SDZ na okružním jízdním páse (vlevo) a na vjezdu do OK (vpravo)

Bezpečný provoz pěších a cyklistů je na každém přechodu pro chodce a přejezdu pro cyklisty zajištěn dopravními značkami č. IP 6 „Přechod pro chodce“ a č. IP 7 „Přejezd pro cyklisty“, které jsou ještě navíc pro lepší viditelnost zvýrazněny na retroreflexním žlutozeleném fluorescenčním podkladu.

Přehled všech svislých dopravních značek, které se na řešené okružní křižovatce a v jejím blízkém okolí nacházejí, je k vidění v Tabulce 2 a Příloze 3.

Tabulka 2: Stávající svislé dopravní značení

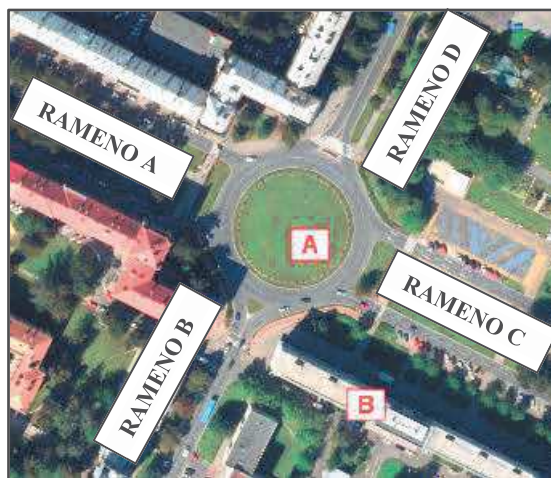
OZNAČENÍ	NÁZEV ZNAČKY	POČET [ks]
B 24a	Zákaz odbočování vpravo	2
B 29	Zákaz stání	4
C 1	Kruhový objezd	6
C 4a	Příkazaný směr objíždění vpravo	2
C 8a	Stezka pro cyklisty	4
C 10a	Stezka pro chodce a cyklisty	5
IP 6	Přechod pro chodce	11
IP 7	Přejezd pro cyklisty	6
P 2	Hlavní pozemní komunikace	2
P 3	Konec hlavní pozemní komunikace	1
P 4	Dej přednost v jízdě!	6

## 4. DOPRAVNÍ PRŮZKUM

### 4.1 Popis měření dopravního průzkumu

Hlavní podstatou dopravního průzkumu bylo měření intenzity dopravy ve všech směrech okružní křižovatky a měření intenzity přecházejících chodců na jednotlivých přechodech pro chodce. Pomocí čárkovací metody jsem ručním způsobem zaznamenávala počet i kategorii vozidel a počet chodců vždy po 15 minutách na předem připravený sčítací arch. Z důvodu velké intenzity dopravy byla okružní křižovatka během dopravního průzkumu natáčena na dva snímání přístroje (videokamery).

Na okružní křižovatce byly pro tuto diplomovou práci uskutečněny celkem dva dopravní průzkumy. Měření probíhalo na dvou stanovištích A a B, která jsou červeně znázorněna na Obrázku 9. Ze stanoviště A, které bylo na středovém ostrově okružní křižovatky, byl natáčen provoz na rameni B a na vjezdu ramene A. Měření ze stanoviště B proběhlo z přilehlé obytné budovy, odkud byl provoz na křižovatce natáčen z okna chodby v 5. patře. Výhled umožnil natáčení provozu na výjezdu ramene A a provozu na vjezdu i výjezdu ramene C a ramene D.



Obrázek 9: Stanoviště dopravních průzkumů [Zdroj: Mapy.cz [25]]

#### *Dopravní průzkum č. 1*

První dopravní průzkum byl proveden v běžný pracovní den, a to ve středu 27. 6. 2018 v odpoledních hodinách od 15:00 do 17:00 hodin. Délka měření intenzity dopravy byla tedy 2 hodiny. Během tohoto dopravního průzkumu bylo chladné počasí, místy se vyskytly i dešťové přeháňky a teplota vzduchu dosahovala okolo 10°C.



Od měsíce května do konce měsíce srpna roku 2018 bylo opravováno horkovodní potrubí, které je uloženo v podzemí středního dělicího pásu ulice Hlavní třída. Jedná se o velice důležité vedení, které zásobuje celou část Poruby tepelnou energií z Elektrárny Třebovice. Na okružní křižovatce byl z tohoto důvodu omezen provoz po vnitřním okružním jízdním pruhu, kde v průběhu opravy stála vozidla stavby. Užitím značky č. IP 18b „Snížení počtu jízdních pruhů“ na vjezdech ramene A a C došlo ke snížení počtu jízdních pruhů na jeden jízdní pruh. K usměrnění provozu a označení pracovního místa bylo na dvoupruhových vjezdech a ve středu okružního jízdního pásu osazeno dopravní značení č. Z 4b „Směrovací deska pravá“ a došlo ke snížení nejvyšší dovolené rychlosti na 30 km/h dopravní značkou č. B 20a „Nejvyšší dovolená rychlost“. Těmito úpravami vznikla jednopruhá úrovňová okružní křižovatka s jednopruhovými vjezdy a výjezdy.

Fotografie, pořízené během dopravního průzkumu, jsou poskytnuty v Příloze 12.

### ***Dopravní průzkum č. 2***

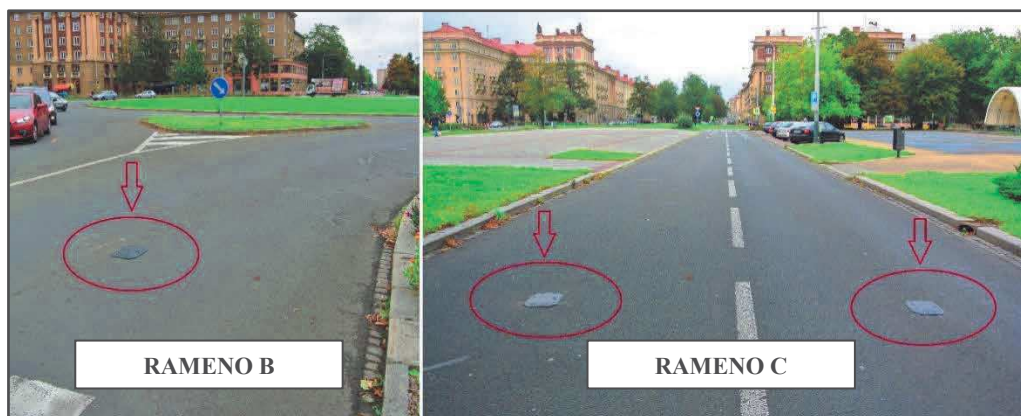
Druhý dopravní průzkum proběhl již po opravě horkovodní sítě v běžný pracovní den, a sice v úterý 25. 9. 2018 v odpoledních hodinách od 15:00 do 17:00. Délka měření intenzity dopravy byla tedy 2 hodiny. Během tohoto dopravního průzkumu bylo chladné počasí, místy se vyskytly i dešťové přeháňky a teplota vzduchu dosahovala okolo 8°C. V den měření neprobíhaly v okolí křižovatky žádné stavební nebo jiné práce, které by měly vliv na intenzitu dopravy.

Pro zpestření dopravního průzkumu č. 2, který byl mimo jiné rovněž proveden na základě čárkovací metody, bylo pro nejvíce vytížené vjezdy a výjezdy provedeno snímání intenzity vozidel pomocí automatizované techniky v podobě sčítacích karet a radarů.

Sčítací karta NU-METRICS NC-200 slouží pro měření intenzity dopravy na pozemních komunikacích, pro zjišťování složení dopravního proudu a pro zjišťování rychlosti vozidel. Na křižovatce byly použity celkem tři sčítací karty. Karty se instalují do středu sledovaného jízdního pruhu. Podle Obrázku 10 se nejprve ve vozovce předvrtají díry podle předem připravené destičky a poté se karta společně se speciálním gumovým krytem přišroubuje k vozovce. První karta byla umístěna na vozovku před vjezdem do okružní křižovatky na rameni B (viz Obrázek 11 vlevo). Druhá a třetí karta byly nainstalovány zvlášť na dvou jízdních pružích před vjezdem do okružní křižovatky na rameni C (viz Obrázek 11 vpravo).



*Obrázek 10: Instalace sčítací karty*



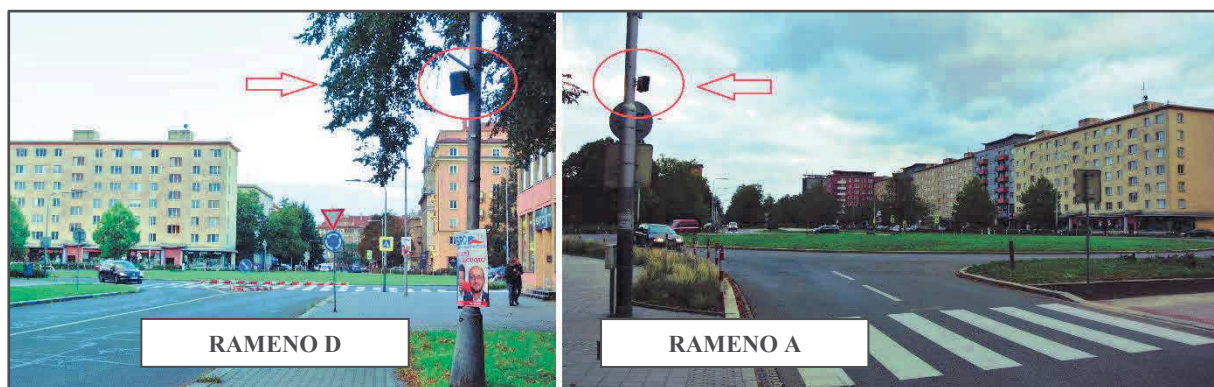
*Obrázek 11: Umístění sčítacích karet na vjezdu ramene B a C*

Pro nastavení parametrů, export naměřených dat z karty do počítače a jejich následné vyhodnocení slouží software Highway Data Management (HDM) od firmy Vaisala Nu-Metrics. Výstupem jsou protokoly obsahující naměřená data, která zahrnují informace jako je doba měření, počet projetých vozidel a jejich rychlost, délka vozidel a počasí v době dopravního průzkumu.

Radary ICOMS TMS-SA4 slouží rovněž pro měření intenzity dopravy na pozemních komunikacích, pro zjišťování složení dopravního proudu, zaznamenání rychlosti vozidel a jejich směru jízdy (z/do). Na křižovatce byly použity celkem dva radary. Radary se instalují prostřednictvím nerezových stahovacích objímek, pomocí kterých se upevní ke sloupu, a to co nejbližše měřenému úseku (viz Obrázek 12 vlevo). První radar byl umístěn na sloupu veřejného osvětlení pro snímání vozidel přijíždějících k okružní křižovatce na rameni D (viz Obrázek 13 vlevo). Druhý radar byl instalován rovněž na sloupu veřejného osvětlení pro zaznamenávání vozidel vyjíždějících z okružní křižovatky na rameni A (viz Obrázek 13 vpravo).



*Obrázek 12: Instalace sčítacího radaru a jeho aktivace pomocí bluetooth*



*Obrázek 13: Umístění sčítacích radarů na vjezdu ramene D a na výjezdu ramene A*

Po instalaci radarů na určené místo se pomocí bluetooth přijímače (viz Obrázek 12 vpravo) spojí radar s notebookem. Pro nastavení parametrů se využije softwaru „Icoms software“. Po aktivaci radaru tak lze přímo na místě sledovat počet projetých aut, jejich rychlost a délku. Naměřená data lze z radaru exportovat do počítače pomocí softwaru „Highway Data Sequential“ (HDS) od firmy Vaisala Nu-Metrics. Výstupem jsou protokoly obsahující naměřená data, která zahrnují informace jako je doba měření, počet projetých vozidel a jejich rychlost, délka vozidel a počasí v době dopravního průzkumu.

Záznamy pořízené ze sčítacích karet a radarů byly použity pro srovnání s hodnotami intenzity dopravy, které byly zjištěny na základě čárkovací metody.

## 4.2 Zpracování naměřených dat

### 4.2.1 Naměřená data pomocí čárkovací metody

Během dopravních průzkumů byla v průběhu dvou hodin zaznamenávána intenzita dopravy na OK a chodců na přechodech pro chodce vždy po 15 minutách. Na základě těchto hodnot jsem vytvořila samostatné tabulky pro první a pro druhý dopravní průzkum.

Tabulka 3 obsahuje hodnoty intenzity dopravy, které byly zjištěné v době prvního dopravního průzkumu. Během dvou hodin projelo okružní křižovatkou celkem 3 929 vozidel. Špičková hodina vyšla v čase od 15:00 do 16:00 hodin, kdy křižovatkou projelo 2 107 vozidel.

Tabulka 3: Intenzita dopravy v době dopravního průzkumu č. 1

Typ vozidla	Intenzita dopravy [voz/15min]								Vozidel celkem [voz/2h]
	15:00 - 15:15	15:15 - 15:30	15:30 - 15:45	15:45 - 16:00	16:00 - 16:15	16:15 - 16:30	16:30 - 16:45	16:45 - 17:00	
osobní vozidla	535	475	492	454	458	414	404	419	3651
nákladní vozidla	12	15	11	17	13	9	12	7	96
autobusy sólo	12	12	13	10	13	9	15	10	94
autobusy kloubové	4	5	3	6	2	6	2	4	32
motocykly	0	2	0	2	3	3	1	2	13
cyklisti	8	2	7	10	6	7	2	1	43
součet	571	511	526	499	495	448	436	443	3929
Suma po 1 hod:	2107								
				2031					
					1968				
						1878			
							1822		

Tabulka 4 obsahuje hodnoty intenzity dopravy, které byly zjištěné v době druhého dopravního průzkumu. V průběhu dvou hodin projelo okružní křižovatkou celkem 4 422 vozidel. Špičková hodina vyšla v čase od 15:45 do 16:45 hodin, kdy křižovatkou projelo 2 341 vozidel.



Tabulka 4: Celková intenzita dopravy v době dopravního průzkumu č. 2

Typ vozidla	Intenzita dopravy [voz/15min]								Vozidel celkem [voz/2h]
	15:00 - 15:15	15:15 - 15:30	15:30 - 15:45	15:45 - 16:00	16:00 - 16:15	16:15 - 16:30	16:30 - 16:45	16:45 - 17:00	
osobní vozidla	501	515	487	549	610	532	484	426	4104
nákladní vozidla	24	15	12	11	14	22	20	9	127
autobusy	15	10	12	11	13	13	14	7	95
autobusy kloubové	4	4	5	5	3	4	3	7	35
motocykly	2	0	1	1	2	4	1	0	11
cyklisti	5	7	8	8	4	6	7	5	50
součet	551	551	525	585	646	581	529	454	4422
Suma po 1 hod:	2212								
	2307								
	2337								
	2341								
	2210								

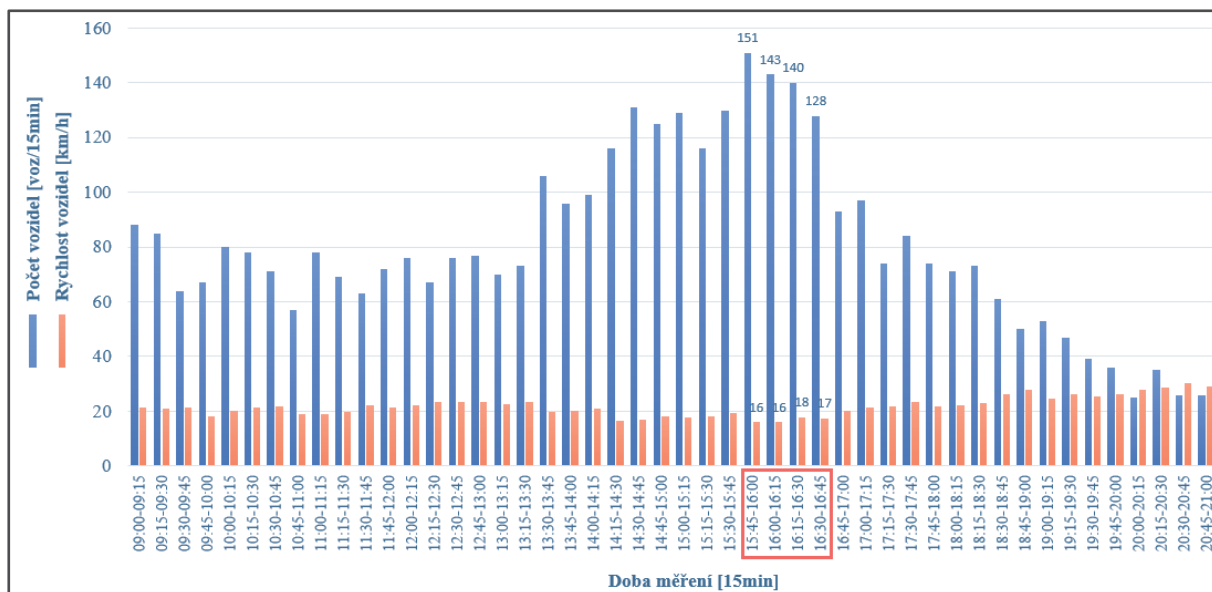
Z předchozích dvou tabulek je jasné, že během provedených dopravních průzkumů projel okružní křižovatkou různý počet vozidel. Během prvního dopravního průzkumu, při kterém bylo opravováno horkovodní potrubí v místě ulice Hlavní třída a provoz na okruhu byl omezen jen na jeden jízdní pruh, projelo křižovatkou o 493 vozidel méně než v průběhu druhého dopravního průzkumu. Ve špičkových hodinách se hodnoty liší o 234 vozidel.

Veškeré tabulky a doplňující obrázky, které byly vytvořeny a použity pro výpočet kapacity okružní křižovatky, jsou k dispozici v Příloze 13 kapitole 4.2.1.

#### 4.2.2 Naměřená data pomocí automatizované techniky

Z důvodu velkého množství naměřených hodnot a výsledných grafů uvedu v této kapitole hodnoty zjištěné jen jednou kartou a jedním radarem. Výsledné grafy všech naměřených hodnot jsou uvedeny v Příloze 13 kapitole 4.2.2.

Následující dva grafy znázorňují počet vozidel (modře) a jejich průměrnou rychlost (oranžově) za dobu měření, a to vždy po 15 minutách. V červeném rámečku je zvláště špičková hodina zjištěná v době dopravního průzkumu č. 2. Graf 1 obsahuje hodnoty naměřené sčítací kartou, která byla umístěna na vjezdu ramene B a Graf 2 obsahuje hodnoty naměřené radarem, umístěným na výjezdu ramene A. Pod jednotlivými grafy jsou pro srovnání přiloženy tabulky (Tabulka 5 a Tabulka 6), které byly vytvořeny na základě daného dopravního průzkumu provedeného ručním způsobem a odpovídají danému vjezdu či výjezdu.

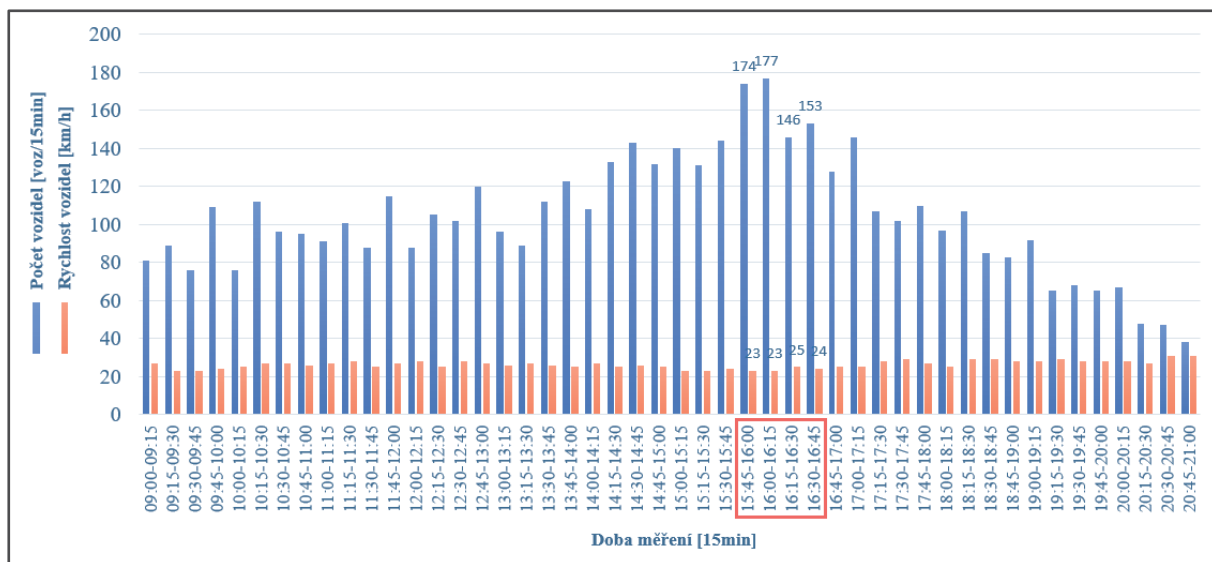


Graf 1: Hodnoty získané sčítací kartou na vjezdu ramene B v době dopravního průzkumu č. 2

Tabulka 5: Intenzita dopravy na vjezdu ramene B v době dopravního průzkumu č. 2

Úsek:	Porubská - Nábřeží SPB								
Směr:	Vjezd (k okružní křižovatce)								
Typ vozidla	Intenzita dopravy [voz/15min]								Vozidel celkem [voz/2h]
	15:00-15:15	15:15-15:30	15:30-15:45	15:45-16:00	16:00-16:15	16:15-16:30	16:30-16:45	16:45-17:00	
osobní vozidla	129	107	129	140	134	128	119	94	980
nákladní vozidla	3	3	1	5	4	4	6	4	30
autobusy	4	1	3	3	2	3	2	2	20
autobusy kloubové	0	1	0	0	0	0	0	0	1
motocykly	1	0	0	0	0	1	1	0	3
cyklisti	2	0	1	1	0	0	3	2	9
součet	139	112	134	149	140	136	131	102	1043
Suma po 1 hod:	534								
				535					
			559						
			556						
					509				

Během ručního sčítání vozidel na daném vjezdu bylo za špičkovou hodinu, která vyšla v čase od 15:45 do 16:45 hodin, zaznamenáno celkem 556 vozidel. To je jen o 6 vozidel méně, než bylo sečteno sčítací kartou, která ve stejném čase naměřila 562 vozidel. Průměrná rychlost, kterou vozidla na vjezdu dosahovala, byla 23 km/h. Po porovnání naměřených hodnot lze říci, že sčítání kartou NU-METRICS NC-200 je velice přesné a spolehlivé.



Graf 2: Hodnoty získané radarem na výjezdu ramene A v době dopravního průzkumu č. 2

Tabulka 6: Intenzita dopravy na výjezdu ramene A v době dopravního průzkumu č. 2

Úsek:	Hlavní třída - ul. 17. listopadu								
Směr:	Výjezd (od okružní křižovatky)								
Typ vozidla	Intenzita dopravy [voz/15min]								Vozidel celkem [voz/2h]
	15:00-15:15	15:15-15:30	15:30-15:45	15:45-16:00	16:00-16:15	16:15-16:30	16:30-16:45	16:45-17:00	
osobní vozidla	155	143	148	186	201	148	163	131	1275
nákladní vozidla	5	3	4	5	3	7	8	4	39
autobusy	4	1	3	3	3	2	3	1	20
autobusy kloubové	0	1	1	0	1	1	1	2	7
motocykly	0	0	0	0	0	0	0	0	0
cyklisti	0	1	1	2	0	2	1	1	8
součet	164	149	157	196	208	160	176	139	1349
Suma po 1 hod:	666								
	710								
	721								
	740								
	683								

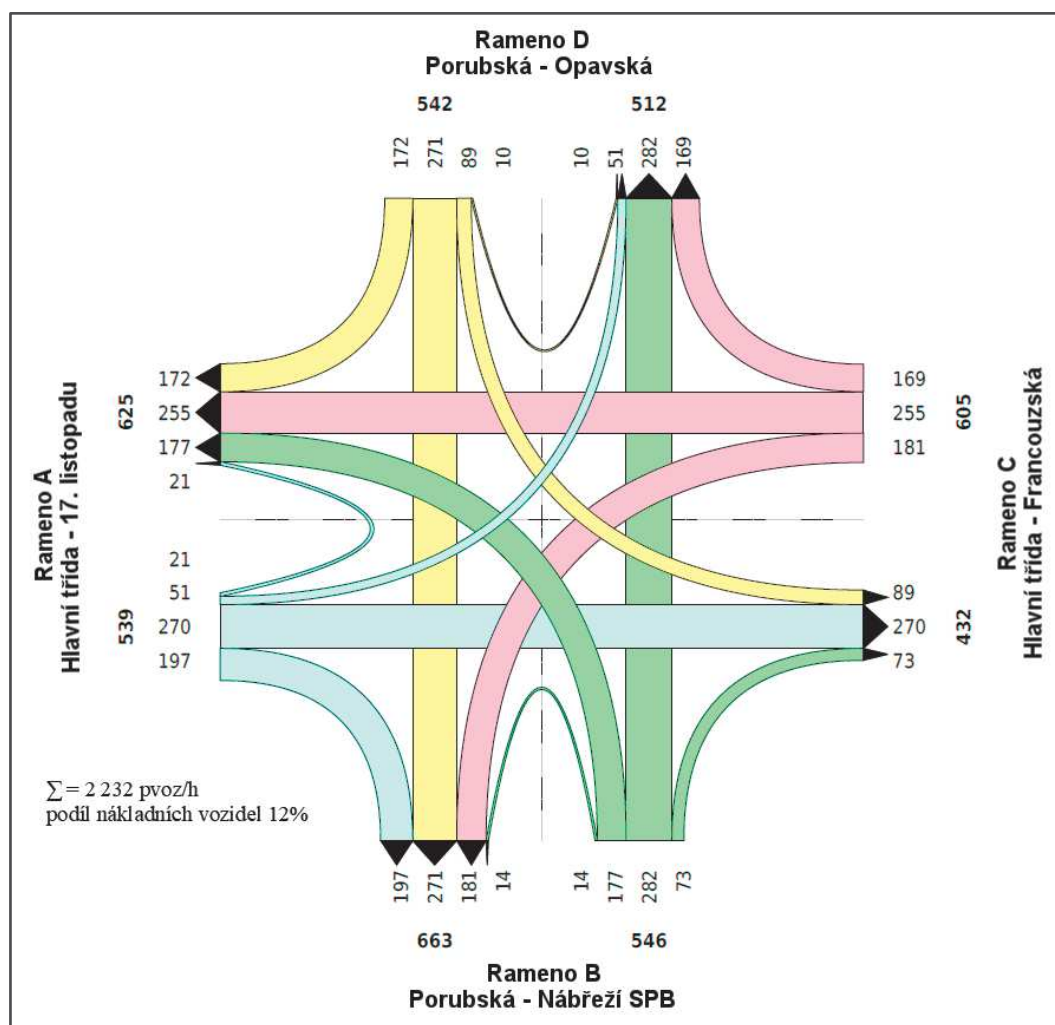
Během ručního sčítání vozidel na daném výjezdu bylo za špičkovou hodinu, která vyšla v čase od 15:45 do 16:45 hodin, zaznamenáno celkem 740 vozidel. To je o 90 vozidel více, než bylo sečteno radarem, který ve stejném čase naměřil 650 vozidel. V místě, kde radar zaznamenával vozidla, často zastavovaly u okraje vozovky nákladní vozidla za účelem zásobování přilehlých obchodů. Tyto vozidla bránila radaru ve snímání a došlo tak k nepřesnému naměření projetých vozidel. Průměrná rychlost, kterou vozidla na vjezdu dosahovala, byla 26 km/h. Po porovnání naměřených hodnot lze říci, že sčítání radarem TMS-SA4 není ve všech případech zcela spolehlivé.

Na vjezdu ramene D, kde byl nainstalován druhý radar a kde nezastavují nákladní vozidla u okraje vozovky, nepřesahoval rozdíl mezi naměřenými hodnotami 40 vozidel.

### 4.3 Pentlogram křižovatky

Na základě zjištěné intenzity dopravy během špičkových hodin byly pro řešenou okružní křižovatku vytvořeny dva pentlogramy, které slouží jako grafické znázornění dopravního zatížení. Hodnoty uvedené na obrázcích jsou v přepočtených vozidlech [pvoz/h].

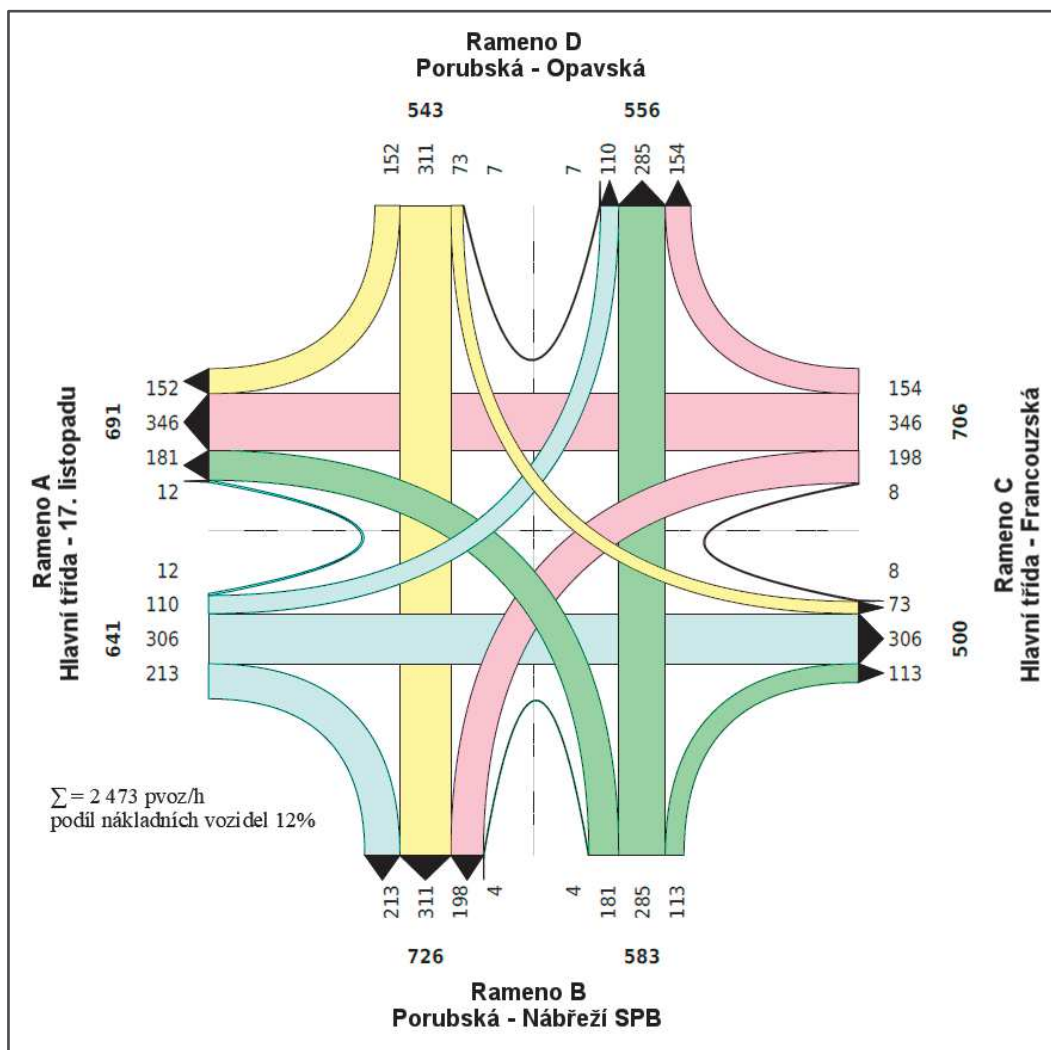
Na Obrázku 14 je zobrazen pentlogram odpovídající intenzitě dopravy během špičkové hodiny od 15:00 do 16:00, která byla zjištěna na základě prvního dopravního průzkumu. Nejzatíženější vjezd je ve směru od ulice Francouzská k okružní křižovatce (rameno C), kdy během špičkové hodiny vjelo do okružní křižovatky celkem 605 pvoz/h. Za nejzatíženější výjezd lze považovat ten ve směru od okružní křižovatky k ulici Nábřeží SPB (rameno B), kdy tudý vyjelo celkem 663 pvoz/h.



Obrázek 14: Pentlogram pro dopravní průzkum č. 1



Na Obrázku 15 je znázorněn pentlogram odpovídající intenzitě dopravy během špičkové hodiny od 15:45 do 16:45, která byla zjištěna na základě druhého dopravního průzkumu. Nejzatíženější vjezd se nachází ve směru od ulice Francouzská k okružní křižovatce (rameno C), kdy do křižovatky vjelo celkem 706 pvoz/h. Naopak nejzatíženější výjezd je ve směru od okružní křižovatky k ulici Nábřeží SPB (rameno B).



Obrázek 15: Pentlogram pro dopravní průzkum č. 2

## 4.4 Vyhodnocení dopravních průzkumů

Na základě zjištěných intenzit dopravy během dvou dopravních průzkumů bylo provedeno posouzení kapacity řešené okružní křižovatky, stanovení intenzity dopravy a prognóza intenzity dopravy. Posudky byly zpracovány pomocí aplikace TRALYS [32], která je vytvořena v souladu s metodikou v rámci TP 234 [18], TP 189 [15] a TP 225 [17]. Po zadání všech příslušných hodnot je výstupem jednotný protokol, který obsahuje požadované výsledné hodnoty.

Pro zohlednění dopravních proudů se při výpočtech provedlo přenásobení intenzit dopravy přepočtovými koeficienty. Příslušná Tabulka 31 je součástí Přílohy 13 kapitoly 4.4.

### 4.4.1 Posouzení kapacity okružní křižovatky

Posouzení kapacity okružní křižovatky jsem provedla pro oba dva dopravní průzkumy a jejich výsledné špičkové hodiny. Postup výpočtu a výsledné jednotné protokoly jsou k dispozici v Příloze 13 kapitole 4.4.1. Zde v této kapitole jsou uvedeny pouze nejdůležitější hodnoty, které byly vypočteny a vyhotoveny v souladu s TP 234 [18]. Posouzení kvality dopravy na řešené okružní křižovatce jsem provedla pomocí stanovení následujících hodnot:

*Pro posouzení kapacity vjezdů:*

- kapacity a rezervy kapacity
- střední doby zdržení
- stupně vytížení
- délky front
- úroveň kvality dopravy

*Pro posouzení kapacity výjezdů:*

- kapacity
- stupně vytížení

Při posuzování kapacity okružní křižovatky jsem se řídila číslováním paprsků křižovatky dle Obrázku 6, dále Obrázkem 7 a Tabulkou 32, které jsou uvedeny v Příloze 13 kapitole 4.4.1.

Na základě výpočtů k prvnímu dopravnímu průzkumu jsem pro posouzení kapacity vjezdů vytvořila následující Tabulku 7. Lze usoudit, že všechny vjezdy do okružní křižovatky mají dostatečnou rezervu kapacity. Nejmenší rezerva kapacity 37,20 % vychází pro vjezd na paprsku křižovatky s číslem 4 (úsek ulice Porubská – ulice Opavská). Výsledné délky front jsou hodnoty minimální. Stanovená úroveň kvality dopravy na vjezdech okružní křižovatky je na stupni B.

Tabulka 7: Posouzení kapacity vjezdů do okružní křižovatky pro první dopravní průzkum

<i>Paprsek křižovatky</i>	<i>Název komunikace</i>	<i>Kapacita vjezdu <math>C_i</math> [pvoz/h]</i>	<i>Rezerva kapacity <math>R_{cz}</math> [%]</i>	<i>Délka fronty <math>N_{95\%}</math> [m]</i>	<i>Úroveň kvality dopravy ÚKD [-]</i>
<b>1</b>	Hlavní třída – 17. listopadu	1382	61,00	11	A
<b>2</b>	Porubská – Nábřeží SPB	1013	46,10	21	A
<b>3</b>	Hlavní třída – Francouzská	1393	56,57	14	A
<b>4</b>	Porubská – Opavská	863	37,20	30	B
Stanovená úroveň dopravy na vjezdech okružní křižovatky					<b>B</b>

Hodnoty pro posouzení kapacity výjezdů jsou k vidění v Tabulce 8. Pro paprsek křižovatky 2 a 3 musela být kapacita výjezdu vypočtena s vlivem intenzity přecházejících chodců, jejichž intenzita přesáhla hodnotu 250 ch/h. Stanovená úroveň kvality dopravy na všech výjezdech vyhovuje.

Tabulka 8: Posouzení kapacity výjezdů do okružní křižovatky pro první dopravní průzkum

<i>Paprsek křižovatky</i>	<i>Název komunikace</i>	<i>Intenzita přecházejících chodců <math>I_{ch}</math> [pvoz/h]</i>	<i>Kapacita výjezdu <math>C_e</math> [pvoz/h]</i>	<i>Stupeň vytížení <math>a_v</math> [-]</i>	<i>Úroveň kvality dopravy ÚKD [-]</i>
<b>1</b>	Hlavní třída – 17. listopadu	137	1800	0,35	ANO
<b>2</b>	Porubská – Nábřeží SPB	383	827	0,80	ANO
<b>3</b>	Hlavní třída – Francouzská	279	1301	0,33	ANO
<b>4</b>	Porubská – Opavská	209	1200	0,43	ANO
Stanovená úroveň dopravy na výjezdech vyhovuje?					<b>ANO</b>

Na základě výpočtů k druhému dopravnímu průzkumu jsem pro posouzení kapacity vjezdů vytvořila následující Tabulku 9. Je zřejmé, že všechny vjezdy do okružní křižovatky mají dostatečnou rezervu kapacity. Nejmenší rezerva kapacity 31,70 % vychází opět pro vjezd na paprsku křižovatky s číslem 4 (úsek ulice Porubská – ulice Opavská). Výsledné délky front jsou hodnoty minimální. Stanovená úroveň kvality dopravy na vjezdech okružní křižovatky je na stupni B.

Tabulka 9: Posouzení kapacity vjezdů do okružní křižovatky pro druhý dopravní průzkum

<i>Paprsek křižovatky</i>	<i>Název komunikace</i>	<i>Kapacita vjezdu <math>C_i</math> [pvoz/h]</i>	<i>Rezerva kapacity <math>R_{cz}</math> [%]</i>	<i>Délka fronty <math>N_{95\%}</math> [m]</i>	<i>Úroveň kvality dopravy ÚKD [-]</i>
<b>1</b>	Hlavní třída – 17. listopadu	1344	52,31	16	A
<b>2</b>	Porubská – Nábřeží SPB	957	39,10	27	A
<b>3</b>	Hlavní třída – Francouzská	1346	47,55	19	A
<b>4</b>	Porubská – Opavská	795	31,70	37	B
Stanovená úroveň dopravy na vjezdech okružní křižovatky					<b>B</b>

Hodnoty pro posouzení kapacity výjezdů jsou k vidění v Tabulce 10. Pro paprsek křižovatky 1, 2 a 4 musela být kapacita výjezdu vypočtena s vlivem intenzity přecházejících chodců, jejichž intenzita přesáhla hodnotu 250 ch/h. Úroveň kvality dopravy nevyhověla na paprsku křižovatky s číslem 2 (úsek ulice Porubská – ulice Nábřeží SPB). Z toho důvodu je celková úroveň kvality dopravy na výjezdech hodnocena jako nevyhovující.

Tabulka 10: Posouzení kapacity výjezdů do okružní křižovatky pro druhý dopravní průzkum

<i>Paprsek křižovatky</i>	<i>Název komunikace</i>	<i>Intenzita přecházejících chodců <math>I_{ch}</math> [pvoz/h]</i>	<i>Kapacita výjezdu <math>C_e</math> [pvoz/h]</i>	<i>Stupeň vytížení <math>a_v</math> [-]</i>	<i>Úroveň kvality dopravy ÚKD [-]</i>
<b>1</b>	Hlavní třída – 17. listopadu	285	1179	0,59	ANO
<b>2</b>	Porubská – Nábřeží SPB	408	804	0,90	NE
<b>3</b>	Hlavní třída – Francouzská	180	1929	0,26	ANO
<b>4</b>	Porubská – Opavská	297	792	0,70	ANO
Stanovená úroveň dopravy na výjezdech vyhovuje?					<b>NE</b>

Výsledné stupně úrovně kvality dopravy lze charakterizovat následovně:

- stupeň A: doba zdržení je velmi malá,  $t_w \leq 10$  s
- stupeň B: zdržení je ještě bez front,  $t_w \leq 20$  s

Z hodnot získaných výpočtem byl zjištěn kapacitní stav pro jednotlivé vjezdy a výjezdy řešené okružní křižovatky.

Pro zhodnocení kapacity vjezdu je rozhodující střední doba zdržení vozidel na vjezdu do okružní křižovatky. Pro oba dva dopravní průzkumy platí, že úroveň kvality dopravy na vjezdech vychází pro paprsky křižovatky 1, 2 a 3 na stupni A. Naopak pro paprsek křižovatky 4 vychází úroveň kvality dopravy na stupni B. Z toho plyne, že celková úroveň kvality dopravy na vjezdech okružní křižovatky spadá pod stupeň B, kdy doba zdržení je ještě bez front. Vzhledem k tomu, že se podle ČSN 73 6102 [1] na místních komunikacích požaduje stupeň kvality dopravy na stupni E, ÚKD na všech vjezdech vyhovuje.

Pro posouzení kapacity výjezdů z okružní křižovatky je rozhodující stupeň vytížení, který by neměl přesáhnout hodnotu 0,9. Zhodnocení ÚKD se provádí podle nejméně příznivého stupně ÚKD pro jednotlivé paprsky okružní křižovatky. Vzhledem k tomu, že na paprsku 2 ÚKD nevyhověla, celková úroveň kvality dopravy na výjezdech je hodnocena jako nevyhovující.

Ve skutečnosti během dopravních průzkumů docházelo k situacím, kdy délka front byla výrazně větší, než bylo vypočteno na základě intenzity vozidel. Na ramenech A, B a C byla během dopravních průzkumů zjištěna nejdelší kolona přibližně 10 aut, někdy i včetně autobusu. Vůbec nejdelší kolona vozidel byla naměřena na vjezdu ramene D, kdy délka fronty dosahovala 12 vozidel. Příčinou tvořících se kolon byla z největší části velká intenzita chodců na přechodech pro chodce.

#### 4.4.2 Stanovení ročního průměru denních intenzit

V této kapitole jsou uvedeny výsledné hodnoty, které byly opět získány pomocí aplikace TRALYS [32]. Stanovení ročního průměru denních intenzit bylo provedeno jen pro druhý dopravní průzkum. Výsledný jednotný protokol je k dispozici v Příloze 13 kapitole 4.4.2.

Pro stanovení ročního průměru denních intenzit (dále jen „RPDI“) jsem postupovala podle platných TP 189 [15]. Výpočet jsem provedla pro stávající stav okružní křižovatky, kdy se v době dopravního průzkumu nekonala žádná stavební úprava (viz kapitola 4.1 Popis měření dopravního průzkumu – Dopravní průzkum č. 2).

Pro stanovení odhadu RPDI je zapotřebí přepočítat intenzitu dopravy získanou v době dopravního průzkumu za pomoci přepočtových koeficientů, které zohledňují denní, týdenní a roční variace intenzit dopravy. Příslušné koeficienty byly odečteny z příloh uvedených v TP 189 [15]. Celková intenzita dopravy, bez započítání cyklistů, v době druhého dopravního průzkumu činí 4 372 voz/2h (viz Tabulka 4). Přepočtové koeficienty jsou stanoveny zvlášť pro skupiny vozidel, charakter provozu na komunikaci a období roku, ve kterém daný dopravní průzkum proběhl.

Při provádění dopravního průzkumu byla vozidla rozdělena podle skupin vozidel na:

- O Osobní automobily
- N Nákladní automobily
- A Autobusy
- M Motocykly

Pro motorovou dopravu platí, že charakter provozu na komunikaci je dán zejména kategorií a třídou příslušné komunikace. Místním komunikačním odpovídá charakter provozu s označení M.

Dopravní průzkum byl proveden v měsíci září, který se řadí mezi podzimní období roku.

### ***Přepočet na denní intenzitu dopravy***

Na základě jednotného protokolu, uvedeného v Příloze 13, jsem vytvořila přehlednou Tabulku 11, která zahrnuje hodnoty denních intenzit dopravy pro jednotlivé druhy vozidel.

*Tabulka 11: Denní intenzita dopravy*

<b><i>Druh vozidla</i></b>	<b><i>Denní intenzita dopravy [voz/den]</i></b>
Osobní automobil	25 540
Nákladní automobil	1 016
Autobusy	966
Motocykly	57
<i>Součet vozidel</i>	<i>25 579</i>

### ***Přepočet na týdenní průměr denních intenzit dopravy***

Na základě jednotného protokolu, uvedeného v Příloze 13, jsem dále vytvořila přehlednou Tabulku 12, která zahrnuje hodnoty týdenních průměrů denních intenzit dopravy pro jednotlivé druhy vozidel.

*Tabulka 12: Týdenní průměr denních intenzit dopravy*

<b><i>Druh vozidla</i></b>	<b><i>Týdenní průměr denních intenzit dopravy [voz/den]</i></b>
Osobní automobil	23 727
Nákladní automobil	852
Autobusy	862
Motocykly	68
<i>Součet vozidel</i>	<i>25 510</i>

### ***Přepočet na roční průměr denních intenzit dopravy***

Na základě jednotného protokolu, uvedeného v Příloze 13, jsem jako poslední vytvořila přehlednou Tabulku 13, která zahrnuje hodnoty ročních průměrů denních intenzit dopravy.

*Tabulka 13: Roční průměr denních intenzit dopravy*

<b><i>Druh vozidla</i></b>	<b><i>Roční průměr denních intenzit dopravy [voz/den]</i></b>
Osobní automobil	22 826
Nákladní automobil	820
Autobusy	754
Motocykly	42
<i>Součet vozidel</i>	<i>24 442</i>

#### **4.4.3 Stanovení intenzity cyklistické dopravy**

Stanovení intenzity cyklistické dopravy bylo provedeno jen pro druhý dopravní průzkum. U cyklistické dopravy se podle TP 189 [15] rozlišuje charakter dopravy dopravní, rekreačně turistický a smíšený. Jelikož jízda na kole v místě okružní křižovatky může představovat jak každodenní přepravu do zaměstnání, do školy a za občanskou vybaveností, tak přepravu, kdy je cílem samotná jízda na kole, lze cyklistickou dopravu zařadit mezi smíšený charakter dopravy. Na základě výpočtů, uvedených v Příloze 13 kapitole 4.4.3, jsem zjistila, že denní intenzita cyklistické dopravy je 309 cyklistů za den.

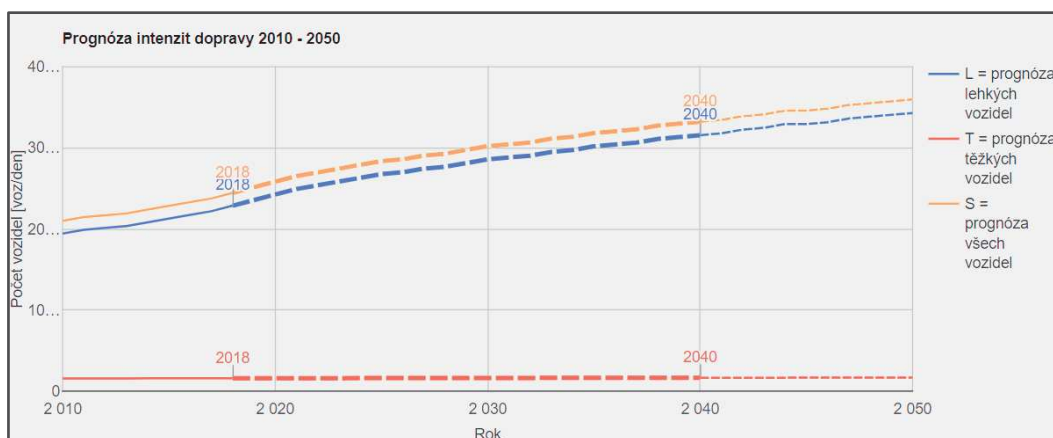
#### 4.4.4 Prognóza intenzity automobilové dopravy

Stanovení prognózy automobilové dopravy bylo provedeno jen pro druhý dopravní průzkum. Pro stanovení výhledové intenzity dopravy pro rok 2040 je nutné postupovat podle metodiky uvedené v TP 225 [17]. Tyto technické podmínky platí pro prognózu výhledových intenzit automobilové dopravy zejména na dálnicích a silnicích. Stejný postup lze přiměřeně použít i pro místní komunikace.

Výpočet je proveden samostatně pro jednotlivé základní skupiny vozidel, kdy do výpočtu vstupují hodnoty výchozí intenzity automobilové dopravy. Rozeznávají se následující dvě základní skupiny vozidel: L – lehká a T – těžká. Lehká vozidla se skládají z motocyklů a osobních automobilů a pod těžká vozidla spadají nákladní automobily a autobusy. Za výchozí intenzitu automobilové dopravy jsem stanovila hodnoty ročního průměru denních intenzit. Výchozí intenzita dopravy pro lehká vozidla je 22 868 voz/den a pro těžká vozidla 1 574 voz/den. Pro všechna vozidla je výchozí intenzita automobilové dopravy rovna 24 442 voz/den (viz Tabulka 13).

Pro určení hodnoty koeficientu vývoje intenzity dopravy je nutné stanovit typ komunikace. Na základě pokynů uvedených v TP 225 [17] jsem pro řešení místní komunikace zvolila přiměřený typ komunikace II+III, který odpovídá silnicím II. a III. třídy.

Výsledné hodnoty byly získány pomocí aplikace TRALYS [32]. Postup výpočtu a výsledný jednotný protokol pro druhý dopravní průzkum je k dispozici v Příloze 13 kapitole 4.4.4. Na základě protokolu byl vytvořen Graf 3, který znázorňuje nárůst intenzity automobilové dopravy v letech 2018-2040. Výhledová intenzita dopravy pro rok 2040 bude činit kolem 33 200 voz/den. Rozdíl mezi výchozí intenzitou dopravy a výhledovou intenzitou dopravy je přibližně 8 750 vozidel za den.



Graf 3: Prognóza automobilové dopravy v letech 2018–2040

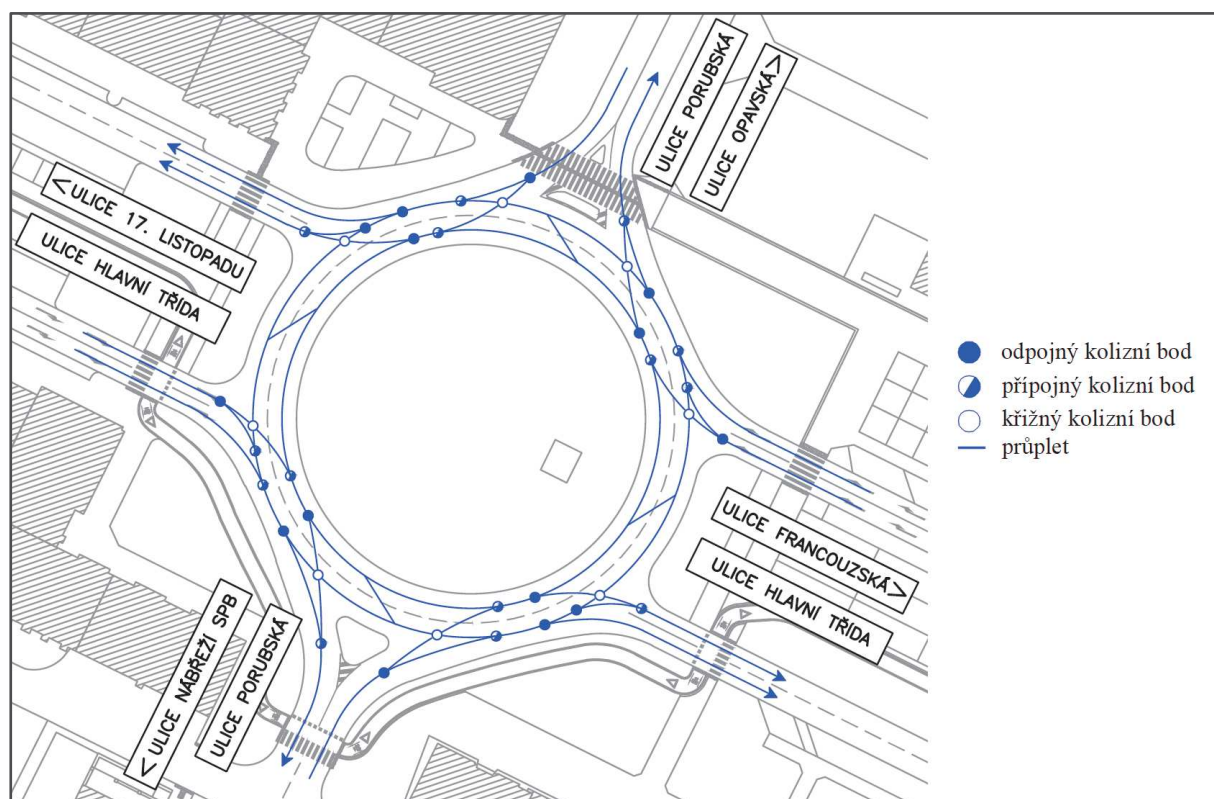


## 5. DOPRAVNÍ NEHODOVOST

Pro zjištění dopravní nehodovosti v oblasti řešené okružní křižovatky jsem využila webovou stránku geografického informačního systému Ministerstva dopravy s názvem Jednotná dopravní vektorová mapa [29]. Tento informační systém je ve spolupráci s Policií ČR neustále aktualizován a doplňován o nová data, která se týkají nahlášených dopravních nehod v silničním provozu. V současné době jsou v databázi Jednotné dopravní vektorové mapy (dále jen „JDVM“) údaje o dopravních nehodách za období od 1.1 2007 do 4.9. 2018.

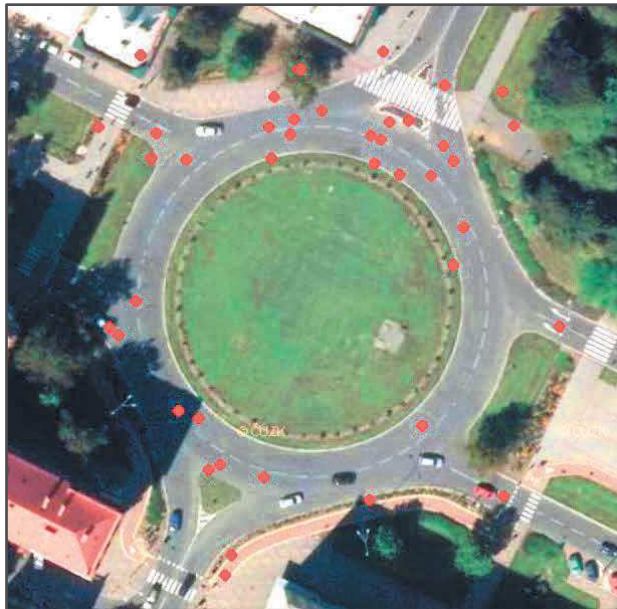
V rámci databáze JDVM je možné vyhledat jakoukoliv dopravní nehodu, která se stala za uplynulé období na území České republiky, a zjistit o ní spoustu zásadních informací. Těmi jsou například charakteristiky řidiče vozidla a příčiny nehody, charakteristiky následků osob, charakteristiky vozidla, viník nehody a následků nehody na vozidle anebo charakteristiky druhu nehody a podmínek nehody.

Kolizní body na okružní křižovatce s dvoupruhovým okružním pásem a jednopruhovými i dvoupruhovými vjezdy a výjezdy jsou zobrazeny na Obrázku 16. Na křižovatce se nachází celkem 40 kolizních bodů – 14 odpojných, 14 přípojných, 8 křížných bodů a 4 průpletové úseky.



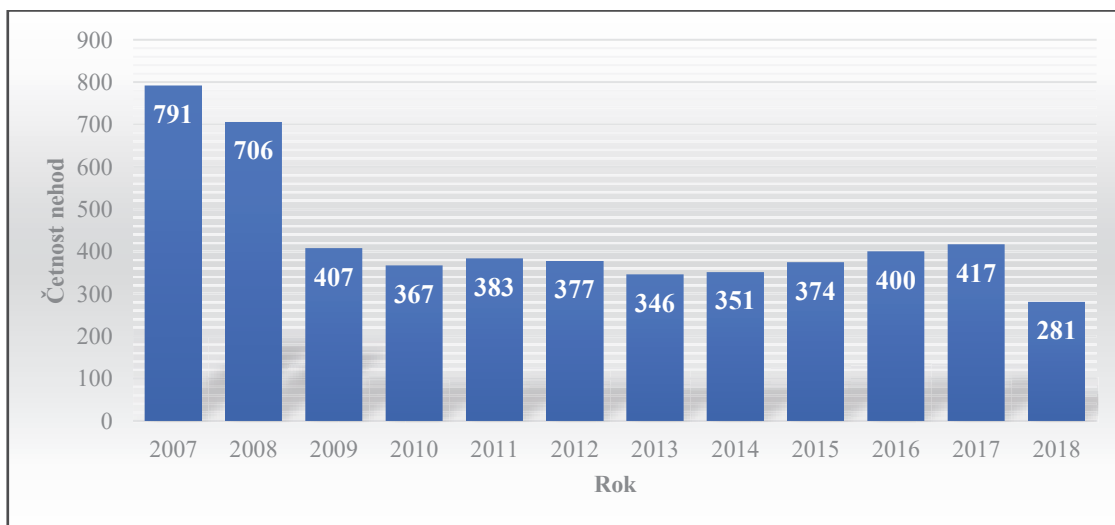
Obrázek 16: Kolizní body na řešené okružní křižovatce

Pro městský obvod Poruba je v období od 1.1. 2007 do 4.9. 2018 registrováno celkem 5 200 dopravních nehod. Na samotné okružní křižovatce se stalo dohromady 41 dopravních nehod (viz Obrázek 17), což činí přibližně 0,80 % z celkového počtu nehod v městském obvodu Poruba.



Obrázek 17: Dopravní nehodovost na řešené okružní křižovatce [Zdroj: JDVM [29]]

Četnost nehod, vyskytujících se postupně v uvažovaném období od roku 2007 do roku 2018, je znázorněna v Grafu 4. Nejvíce dopravních nehod se přihodilo během roku 2007, kdy bylo zaznamenáno celkem 791 nehod. Naopak nejméně dopravních nehod se stalo v letech 2010 až 2016, kdy bylo evidováno pod 400 dopravních nehod. Podle JDVM je prozatím za rok 2018 zapsáno 281 dopravních nehod.



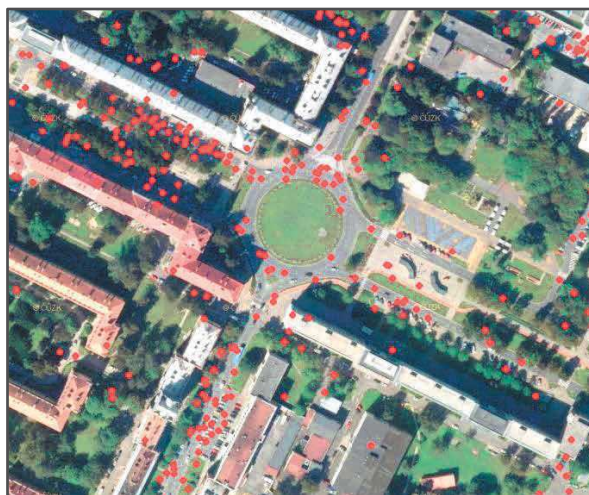
Graf 4: Počet dopravních nehod za uvažované období

Z Obrázku 17 je zřejmé, že většina nehod se stala při jízdě vozidel na okružním jízdním pásu křižovatky. Ve většině případů se jednalo o srážku s jedoucím nekolejovým vozidlem nebo s pevnou překážkou (viz Tabulka 14). Pouze v ojedinělých případech se jednalo o srážku s odstaveným vozidlem, havárii či srážku s chodcem. Nejčastější zjištěné příčiny vzniku dopravních nehod byly například nedodržení bezpečné vzdálenosti mezi vozidly, neuvážené přejíždění vozidel z jednoho pruhu do druhého, nedodržení platnosti svislého dopravního značení č. P 4 „Dej přednost v jízdě!“, nepřizpůsobení rychlosti stavu vozovky (náledí, výtluky, déšť, bláto apod.) nebo dopravně technickému stavu vozovky (zatačka, klesání, stoupání, šířka apod.). U osmi dopravních nehod byl u viníka nehody zjištěn alkohol v krvi, pohybující se v rozmezí od 0,99 ‰ do 1,50 ‰ a více. U žádné ze zaznamenaných dopravních nehod nebyla usmrcena osoba, avšak došlo k lehkým zraněním. Největší způsobená škoda se pohybovala v hodnotě 220 000,- Kč.

*Tabulka 14: Druhy dopravních nehod a jejich četnost*

Srážka s pevnou překážkou	Srážka s odstaveným vozidlem	Srážka s jedoucím nekolejovým vozidlem	Havárie	Srážka s chodcem
16	1	18	1	5

Přehled vzniklých dopravních nehod na ramenech okružní křižovatky je k vidění na Obrázku 18. V rozsahu zobrazeném na obrázku je na ramenech evidováno přibližně 133 dopravních nehod. Z největší části se jedná o nehody zapříčiněny srážkou se zaparkovaným nebo odstaveným vozidlem. Odstaveným vozidlem se myslí vozidlo, které zastaví na jízdním pruhu většinou při pravém okraji a zabraňuje tak možnosti plynulého průjezdu vozidel v jízdních pruzích.



*Obrázek 18: Dopravní nehody na ramenech řešené okružní křižovatky [Zdroj: JDVM [29]]*

## 6. VYHODNOCENÍ KONFLIKTNÍCH SITUACÍ

Během provádění dopravních průzkumů na řešené okružní křižovatce bylo zaznamenáno několik konfliktních situací, kterými se budu v této kapitole zabývat.

Jako konfliktní situaci lze obecně považovat takovou situaci v silniční dopravě, kdy pro některé účastníky provozu vznikne, nebo může vzniknout ohrožení na životě. Je tedy jasné, že každé dopravní nehodě předchází právě taková konfliktní situace, kdy se nepodařilo míru nebezpečí střetu odvrátit. Konfliktní situace obvykle vznikají v místech kolizních bodů dané křižovatky (o nich v kapitole 5), ale jistá nebezpečí se skrývají například i v technickém stavu vozovky, povětrnostních podmínkách apod.

Zjištěné konfliktní situace lze popsat trojmístným klasifikačním symbolem, který se skládá z číslice, písmene (respektive písmen) a zase číslice. Z prvního znaku se dozvíme o účastníku konfliktu (chodec, automobil, tramvaj apod.), z druhého písmene zjistíme způsob konfliktu (zavinil chodec, pasivita, vlivem fronty na křižovatce apod.) a závažnost konfliktu nám napoví třetí znak symbolu (potenciální konfliktní situace, dopravní nehoda apod.).

Závažnost každé konfliktní situace je nutné hodnotit na základě tří stupňů závažnosti [21]:

- *1. stupeň závažnosti*, kdy nastává situace týkající se porušování dopravních předpisů v té chvíli osamoceným účastníkem silničního provozu (tzv. potenciální konfliktní situace bez reakce).
- *2. stupeň závažnosti*, kdy nastává situace s jistým narušením plynulosti provozu s možnými následky, dochází například k váhání či agresivitě (konfliktní situace bez násilné reakce).
- *3. stupeň závažnosti* zamezení střetu předchází prudká úhybná reakce (ostré brždění anebo náhlé vybočení).

Konfliktní situace zaznamenané během dopravních průzkumů:

- Podle účastníků konfliktu:

4	...	...	chodec x automobil
6	...	...	automobil x automobil
9	...	...	jiné

- Podle způsobu konfliktu:

... A ...	možnost střetu s příčně jedoucím
... C ...	možnost střetu ve stykovém bodě
... D ...	možnost střetu najetím zezadu
... E ...	možnost střetu se souběžně jedoucím
... P ...	možnost střetu vlivem parkovacích manévřů
... $f_k$ ...	vlivem fronty na křižovatce
... $f_p$ ...	vlivem fronty před přechodem pro chodce
... j ...	špatný způsob jízdy (obecně)
... n ...	nedání přednosti v jízdě
... o ...	omezení (ohrožení) v jízdě
... v ...	zavinilo vozidlo
... z ...	porušení zákazu zastavení (stání), resp. chybné zastavení (stání)

- Podle závažnosti konfliktu

... ... 1	potenciální konfliktní situace (bez reakce)
... ... 2	konfliktní situace (bez následné reakce)
... ... 3	konfliktní situace (s ostrou reakcí)

Pro vytvoření inovovaného klasifikačního symbolu se konfliktní situace dále rozdělují podle příslušnosti vzniku situace, podle okamžiku vzniku a podle důvodu vzniku [21].

Podle příslušnosti vzniku se dělí na:

- *Vlastní konfliktní situace (O)* – konfliktní situace, která souvisí přímo s provozem na sledovaném místě, s jeho stavebním uspořádáním atp.
- *Nevlastní konfliktní situace (X)* – konfliktní situace, které nesouvisí přímo s provozem na sledovaném místě, s jeho stavebním uspořádáním atp. a vzniknou mimo sledované místo

Podle okamžiku vzniku se dělí na:

- *Prvotní konfliktní situace (1)* – konfliktní situace, které nejsou vyvolány jinou situací
- *Následné konfliktní situace (2)* – konfliktní situace, které jsou vyvolány jinou situací (zpravidla prvotní, nebo případně i jinou následnou situací)

Podle důvodu vzniku se dělí na:

- *Provozní konfliktní situace (P)* – konfliktní situace zapříčiněna pouze samotným řidičem (resp. Jiným účastníkem silničního provozu)
- *Konstrukční konfliktní situace (K)* – konfliktní situace zapříčiněna nejen samotným řidičem, ale také (mnohdy především) nevhodně navrženými stavebními prvky



## 6.1 Videoanalýza konfliktních situací

Okružní křižovatka byla v průběhu provádění dopravních průzkumů natáčena na snímáči zařízení (videokamery). Pořízené videozáznamy byly použity jak k zaznamenávání intenzity dopravy, tak pro videoanalýzu vzniklých konfliktních situací.

- Konfliktní situace během prvního dopravního průzkumu**

Během prvního dopravního průzkumu, který proběhl při opravě horkovodu na ulici Hlavní třída, jsem v čase od 15:00 do 17:00 hodin zaznamenala celkem 8 konfliktních situací. Druhy vzniklých konfliktních situací včetně jejich označení jsou k vidění v Tabulce 15.

*Tabulka 15: Druhy konfliktních situací na okružní křižovatce během prvního dopravního průzkumu*

<i>Důvod vzniku KS</i>	<i>Účastníci KS</i>	<i>Způsob KS</i>	<i>Stupeň závažnosti KS</i>	<i>Četnost KS</i>
Nepozornost řidiče doprovázena prudkým bržděním vozidla	6	Df <sub>p</sub>	2	3 x
	4	v	3	1 x
Neuvážené manévry cyklistů na okružní křižovatce	9	Ajo	3	1 x
Nerespektování SDZ č. P 4 „Dej přednost v jízdě!“	6	Cn	2	3 x

*Pokračování Tabulky 15:*

<i>Důvod vzniku KS</i>	<i>Příslušnost vzniku KS</i>	<i>Okamžik vzniku KS</i>	<i>Důvod vzniku KS</i>	<i>Klasifikační symbol</i>
Nepozornost řidiče doprovázena prudkým bržděním vozidla	O	2	P	6Df <sub>p</sub> 2-O2P
	O	1	P	4v3-O1P
Neuvážené manévry cyklistů na okružní křižovatce	O	1	P	9Ajo3-O1P
Nerespektování SDZ č. P 4 „Dej přednost v jízdě!“	O	1	P	6Cn2-O1P



Popis vzniklých konfliktních situací:

#### ***6Df<sub>p</sub>2-O2P Zavínil osobní automobil na okružním jízdním páse***

Jak již bylo řečeno, při opravě horkovodní sítě na ulici Hlavní třída byl zamezen provoz na vnitřním okružním jízdním pruhu. Z dopravního průzkumu jsem zjistila, že se na výjezdech z okružní křižovatky často tvořily kolony vozidel. Ty zasahovaly na vnější okružní jízdni pruh, mnohdy i daleko za vjezd vedlejšího ramene, a docházelo tak k ovlivnění jízdy vozidel jak na okružním jízdním pruhu, tak vozidel vyjíždějících do OK. Příčinou tvorby těchto front byli chodci a cyklisti, kteří přecházeli či přejížděli vozovku na výjezdu v místě přechodu pro chodce a přejezdu pro cyklisty. Tyto situace zapříčinili celkem 3 konfliktní situace v podobě náhlého brzdění vozidla při příjezdu ke stojící koloně vozidel. Na Obrázku 19 je tato situace zakreslena fialovou barvou.

#### ***4v3-O1P Zavínil osobní automobil na výjezdu z okružní křižovatky***

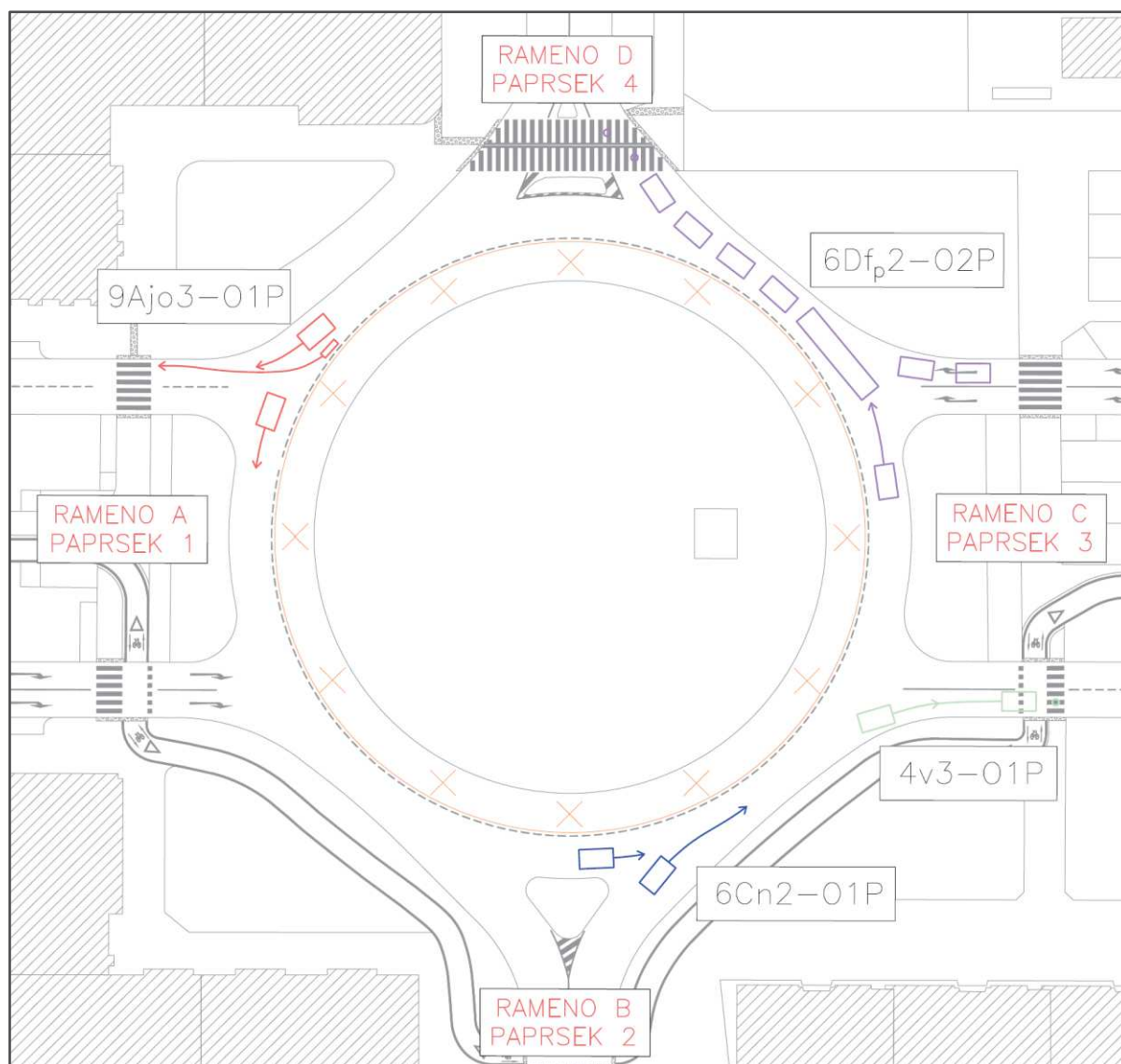
K ohrožení chodce na přechodě pro chodce došlo na výjezdu ramene C (úsek ulice Hlavní třída – ulice Francouzská), kdy se řidič vozidla vyjíždějící z okružní křižovatky plně nevěnoval řízení a aby zamezil střetu s chodcem musel prudce zabrzdit. Na Obrázku 19 je tato situace zakreslena zelenou barvou.

#### ***9Ajo3-O1P Zavínil cyklista jedoucí po okružním jízdním páse***

Na Obrázku 19 je graficky červeně znázorněna konfliktní situace, kdy cyklista jedoucí po levé straně vnějšího okružního jízdního pruhu náhle projede mezi vozidly, jedoucími na okruhu, směrem k výjezdu ramene A (úsek ulice Hlavní třída – 17. listopadu). Vozidlo, před kterým cyklista nečekaně projel, muselo prudce zabrzdit, aby nedošlo k dopravní nehodě.

#### ***6Cn2-O1P Zavínil osobní automobil na vjezdu do okružní křižovatky***

Ve třech případech nastala situace, kdy automobil na vjezdu do okružní křižovatky nedal přednost v jízdě vozidlu jedoucímu na vnějším okružním jízdním pruhu. Aby nedošlo k dopravní nehodě, muselo jedoucí vozidlo na okruhu náhle zabrzdit. Tato situace je na Obrázku 19 zakreslena modrou barvou.



Obrázek 19: Schéma konfliktních situací pro první dopravní průzkum

- Konfliktní situace během druhého dopravního průzkumu**

Během dopravního průzkumu v čase od 15:00 do 17:00 hodin, který proběhl již na opravené okružní křižovatce s provozem na dvoupruhovém okružním jízdním pásu, jsem zaznamenala celkem 9 konfliktních situací. Druhy vzniklých konfliktních situací včetně jejich označení jsou k vidění v Tabulce 16.

*Tabulka 16: Druhy konfliktních situací na okružní křižovatce během druhého dopravního průzkumu*

<i>Důvod vzniku KS</i>	<i>Účastníci KS</i>	<i>Způsob KS</i>	<i>Stupeň závažnosti KS</i>	<i>Četnost KS</i>
Neohleduplnost řidiče a omezení jiných vozidel	6	Po	2	1 x
Neuvážené manévry vozidla na okružní křižovatce	6	f <sub>ko</sub>	2	1 x
	6	Eno	2	1 x
Nerespektování SDZ č. B 29 „Zákaz stání“	6	zo	2	1 x
Nerespektování SDZ č. P 4 „Dej přednost v jízdě!“	6	Cn	2	2 x
Nepozornost řidiče doprovázena prudkým bržděním vozidla	6	Df <sub>p</sub>	2	3 x

*Pokračování Tabulky 16:*

<i>Důvod vzniku KS</i>	<i>Příslušnost vzniku KS</i>	<i>Okamžik vzniku KS</i>	<i>Důvod vzniku KS</i>	<i>Klasifikační symbol</i>
Neohleduplnost řidiče a omezení jiných vozidel	O	1	P	6Po2-O1P
Neuvážené manévry vozidla v okružní křižovatce	O	2	P	6f <sub>ko</sub> 2-O2P
	O	1	P	6Eno2-O1P
Nerespektování SDZ č. B 29 „Zákaz stání“	O	1	P	6zo2-O1P
Nerespektování SDZ č. P 4 „Dej přednost v jízdě!“	O	1	P	6Cn2-O1P
Nepozornost řidiče doprovázena prudkým bržděním vozidla	O	2	P	6Df <sub>p</sub> 2-O2P

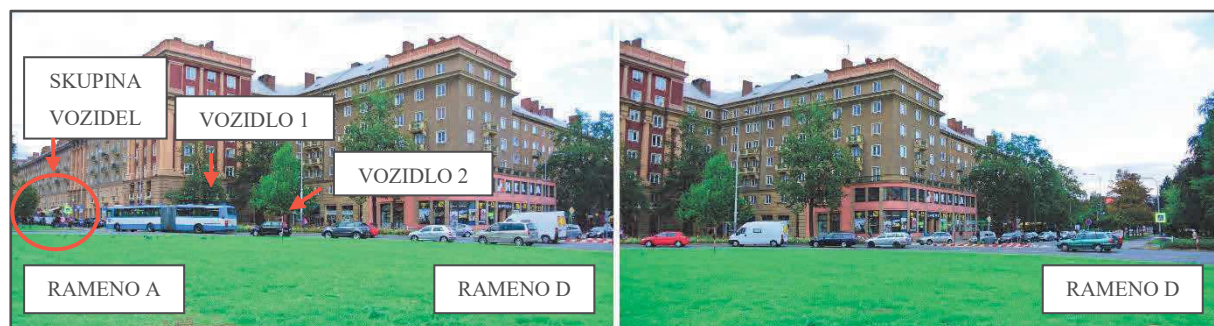
Popis vzniklých konfliktních situací:

**6Po2-O1P Zavínil osobní automobil vyjíždějící z parkovacího stání za výjezdem z okružní křižovatky na rameni A**

Na Obrázku 24 je červeně znázorněna situace, kdy osobní automobil vyjíždějící z parkovacího místa za výjezdem na rameni A (úsek ulice Hlavní třída – ulice 17. listopadu) omezil v jízdě tři vozidla vyjíždějící z okružní křižovatky. Na Obrázku 20 je tato konfliktní situace označena skupinou vozidel (vlevo).

**6fko2-O2P Zavínil osobní automobil stojící na vnějším okružním jízdním pruhu**

Na předchozí konfliktní situaci 6Po2-O1P navazuje druhá konfliktní situace, kterou zavínilo vozidlo (podle Obrázku 20 označené jako vozidlo 2) stojící na vnitřním okružním jízdním pruhu. Řidič osobního automobilu chtěl vyjet z okružní křižovatky, ale ve výjezdu mu bránil kloubový autobus (podle Obrázku 20 označený jako vozidlo 1), dávající přednost přecházejícím chodcům na přechodě pro chodce. Zároveň se řidič ve vozidle 2 chtěl vyhnout skupině vozidel stojící za přechodem pro chodce a chtěl se zařadit do pravého jízdního pruhu. Tím došlo k ovlivnění jízdy vozidel na vnějším i vnitřním okružním jízdním páse a na nejbližším vjezdu (rameno D), kde se mezitím vytvořila kolona 13 vozidel. Tato situace je na Obrázku 24 rovněž zaznačena červenou barvou.



Obrázek 20: Konfliktní situace na výjezdu ramene A

**6Eno2-O1P Zavínil osobní automobil na výjezdu z okružní křižovatky**

Na Obrázku 21 je vidět konfliktní situace, která se stala na výjezdu ramene D (úsek ulice Porubská – ulice Opavská). Vozidlo 2, které dávalo přednost přecházejícím chodcům na přechodě pro chodce bylo nesmyslně předjeto vozidlem 1, které vyjíždělo z vnitřního okružního jízdního pruhu. Situace je schematicky zakreslena fialovou barvou na Obrázku 24.





Obrázek 21: Konfliktní situace na výjezdu ramene D

### **6zo2-O1P Zavínula skupina vozidel stojící za přechodem pro chodce v pravém jízdním pruhu**

Na Obrázku 24 je zeleně znázorněna situace, kdy na výjezdu ramene C za přechodem pro chodce zastavily tři osobní automobily, které nerespektovaly SDZ č. B 29 „Zákaz stání“ (Obrázek 22 vlevo). Skupina stojících vozidel omezila v jízdě vozidlo 1 vyjíždějící z okružní křižovatky, které muselo prudkým manévrem vybočit z pravého jízdního pruhu do levého. Tato konfliktní situace je zdokumentována na Obrázku 22 vpravo.



Obrázek 22: Konfliktní situace na výjezdu ramene C

### **6Cn2-01P Zavínil osobní automobil na vjezdu do okružní křižovatky**

Podobně jako u předchozího dopravního průzkumu i zde došlo k situaci, kdy automobil na vjezdu do kružní křižovatky nedal přednost v jízdě vozidlu jedoucímu na vnějším okružním jízdním pásu. Aby nedošlo k dopravní nehodě, muselo jedoucí vozidlo na okruhu náhle zabrzdit. Tato konfliktní situace, která se za dobu průzkumu stala celkem dvakrát, je na Obrázku 24 zakreslena modrou barvou.

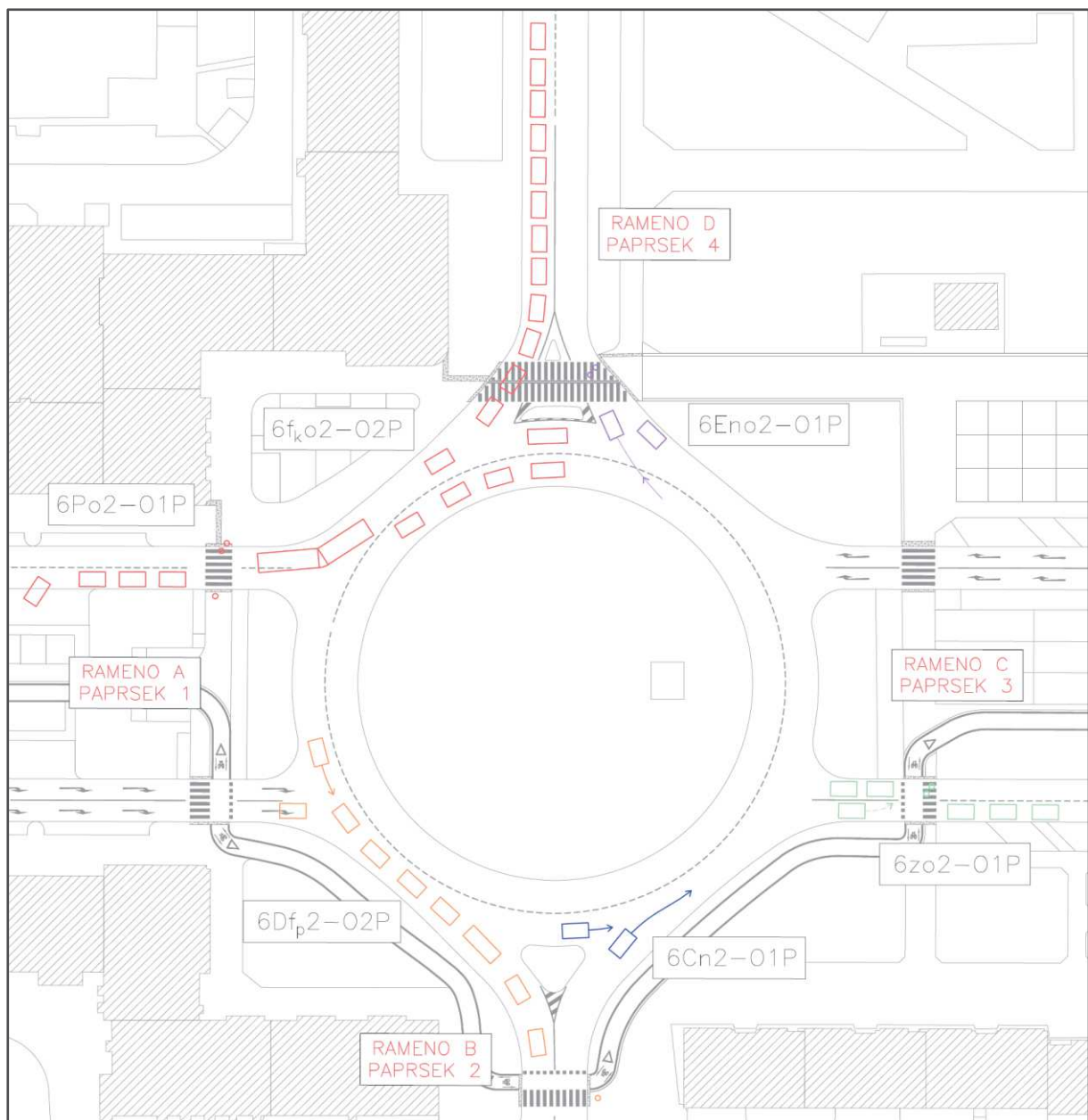
### **6Df<sub>p</sub>2-02P Zavínil osobní automobil jedoucí po okružním jízdním páse**

Stejně jako během prvního dopravního průzkumu se i nyní tvořily kolony vozidel na výjezdech z okružní křižovatky (viz Obrázek 23). Ty rovněž zasahovaly na vnější okružní jízdni pruh, mnohdy i daleko za vjezd vedlejšího ramene a docházelo tak k ovlivnění jízdy vozidel jak na okružním jízdním pruhu, tak vozidel vjíždějících do OK. Příčinou tvorby těchto front byla velká intenzita chodců a cyklistů, kteří přecházeli či přejížděli vozovku na výjezdu v místě přechodu pro chodce a přejezdu pro cyklisty. Tyto situace nastaly celkem třikrát, kdy vznikla konfliktní situace v podobě náhlého brzdění vozidla při příjezdu ke stojící koloně vozidel. Na Obrázku 24 je tato situace zakreslena oranžovou barvou.



*Obrázek 23: Konfliktní situace na výjezdu ramene B*





Obrázek 24: Schéma konfliktních situací pro druhý dopravní průzkum

## 7. SOUHRN ZJIŠTĚNÝCH NEDOSTATKŮ ŘEŠENÉ OKRUŽNÍ KŘIŽOVATKY

Na základě provedených dopravně inženýrských průzkumů, vyhodnocení konfliktních situací a analýzy bodových závad bylo zjištěno hned několik nedostatků, při kterých docházelo k omezení plynulosti a ohrožení bezpečnosti provozu automobilové, pěší a cyklistické dopravy.

Nejznačnější závada řešené okružní křižovatky je velká šířka vjezdů i výjezdů na rameni B (úsek: Okružní křižovatka – ul. Nábřeží SPB) a rameni D (úsek: Okružní křižovatka – ul. Opavská). Řidiči vozidel tak v těchto místech dosahovali nepřiměřeně vysokých rychlostí a v mnoha případech došlo i k narušení bezpečnosti chodců na přechodech pro chodce a cyklistů na přejezdech pro cyklisty.

Na základě vyhodnocení dopravně inženýrského průzkumu bylo zjištěno, že na rameni B (úsek: Okružní křižovatka – ul. Nábřeží SPB) je v době špičkové hodiny překročena kapacita výjezdu, a to zejména z důvodu velké intenzity přecházejících chodců přes přechod (viz kapitola 4.4.1). Tím docházelo ke vzniku dlouhých front vozidel zasahujících do okružního jízdního pásu a byla tak narušena plynulost jízdy vozidel jedoucích na okruhu či vozidel vjíždějících do okružní křižovatky ze sousedního ramene.

Při zjišťování stávajícího stavu okružní křižovatky bylo zjištěno, že přechody pro chodce jsou provedeny v různých šířkách a dva z nich nesplňují hodnoty minimální šířky podle ČSN 73 6110 [2] (viz kapitola 3.2.1). Nejvíce problémový přechod pro chodce se nachází na rameni D na ulici Porubská směrem k ulici Opavská. Tento přechod, jehož délka činí celých 19,90 metrů, je v místě dopravního ostrůvku nepřerušovaný a zároveň je nevhodně umístěn blízko okružnímu jízdnímu pásu, což v případě stojícího autobusu na vjezdu či výjezdu křižovatky zapříčiní omezení pohybu chodců po přechodě anebo jízdy vozidel po okruhu.

Během dopravních průzkumů byl sledován pohyb cyklistů projíždějících okružní křižovatkou. Ve většině případů cyklisté jedoucí ve směru ulice Hlavní třída nepoužívali v místě okružní křižovatky cyklistickou trasu, ale naopak si svou cestu zkracovali jízdou po okružním jízdním pásu. Tím docházelo ke konfliktním situacím mezi vozidly a cyklisty.

Při zaměřování stávajícího stavu okružní křižovatky bylo zjištěno, že cyklistická trasa není provedena v jednotné šířce a v místě přejezdů pro cyklisty se její šířka buď rozšiřuje, nebo zužuje. Dále byla zjištěna různorodost provedení stezky pro chodce a cyklisty. Na rameni A (úsek: Okružní křižovatka – ul. 17. listopadu) je cyklistická část stezky provedena z dlažby šedé barvy a dále pokračuje v provedení ze zámkové dlažby červené barvy (viz kapitola 3.2.1).

Na základě vyhodnocení dopravní nehodovosti (viz kapitola 5) lze okružní křižovatku považovat za místo častých dopravních nehod. V období od 1.1. 2007 do 4.9. 2018 bylo na OK zaznamenáno dohromady 41 dopravních nehod (viz Obrázek 17), z nichž nejvíce je evidováno jako srážka s jedoucím nekelejovým vozidlem a srážka s pevnou překážkou.

Z videozáznamů, pořízených během dopravních průzkumů, bylo zjištěno spoustu konfliktních situací (viz kapitola 6.1). Za nejzávažnější konfliktní situaci považuji chvíle, kdy řidiči jedoucí po vnitřním okružním jízdním pásu nerespektovali řidiče jedoucí po vnějším okružním jízdním pásu, a to zejména při výjezdech z okružní křižovatky. K těmto situacím docházelo hlavně v místech křížných kolizních bodů na výjezdech z okružní křižovatky (viz Obrázek 16).

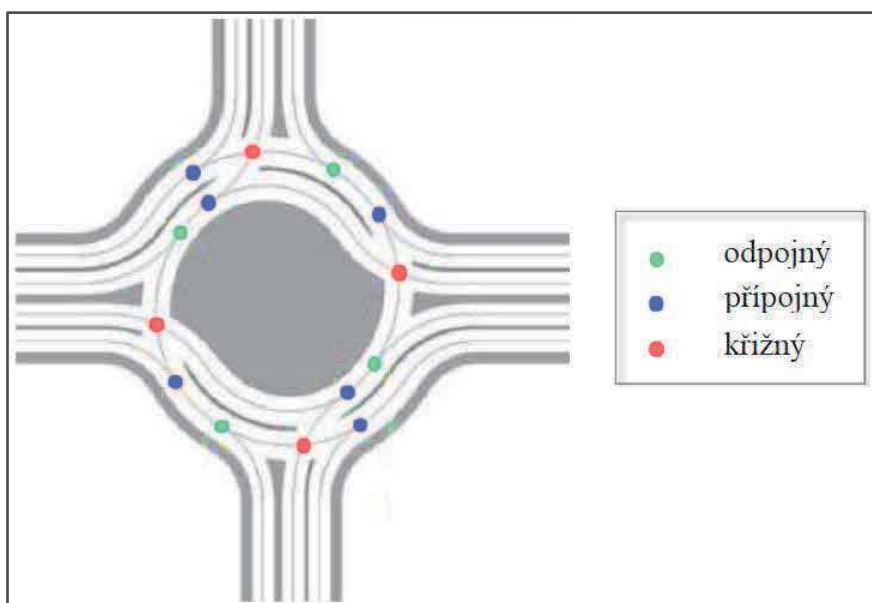
Vodorovné dopravní značení na okružním jízdním pásu je špatně viditelné a místy úplně chybí (viz kapitola 3.3.1).

## **8. NÁVRH VARIANT**

Hlavním cílem diplomové práce je návrh dvou variant řešení rekonstrukce okružní křižovatky, během kterých bude dbáno na dosažení potřebných opatření ke zvýšení plynulosti a bezpečnosti provozu automobilové, pěší a cyklistické dopravy. Návrh variant probíhal v souladu s platnými předpisy, a to zejména s ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích [1], ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací [2], TP 14/2015 Projektovanie turbo-okružných križovatiek [4], TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích [5], TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích [8], TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích [9] a TP 179 Navrhování komunikací pro cyklisty [14].

Návrh varianty 1 a varianty 2 spočívá v přestavbě stávající okružní křižovatky se dvěma jízdními pruhy na okružním jízdním pásu na turbo-okružní křižovatku. Turbo-okružní křižovatka je zvláštní typ okružní křižovatky se dvěma a více spirálovitě uspořádanými jízdními pruhy na okružním jízdním pásu. Spirálovité vedení jízdních pruhů včetně jejich fyzického oddělení zabezpečují plynulý průjezd křižovatkou bez nutnosti změny jízdního pruhu. Pro správné fungování TOK se předpokládá rozdělení vozidel do jízdních pruhů pro jednotlivé směry (cíle) jízdy už před samotnou křižovatkou.

Oproti klasické dvoupruhové okružní křižovatce má turbo-okružní křižovatka nižší počet kolizních bodů, což vede ke snížení pravděpodobnosti vzniku dopravních nehod a zvýšení tak stupně bezpečnosti. Stávající řešená okružní křižovatka (viz Obrázek 16) má celkem 40 kolizních bodů – 14 odpojných, 14 přípojných, 8 křížných bodů a 4 průpletové úseky. TOK základního tvaru jich má jen 14 – 4 odpojných, 6 přípojných a 4 křížné body (viz Obrázek 25). Použitím fyzických oddělení jízdních pruhů zde navíc úplně odpadají průpletové úseky. Dalším přínosem TOK je, že řidiči v dominantním směru musí při vjezdu do TOK dát přednost vozidlům jen v jednom směru.



Obrázek 25: Kolizní body základní turbo-okružní křižovatky [Zdroj: TP 14/2015 [4], obr. 3.3, upraveno]

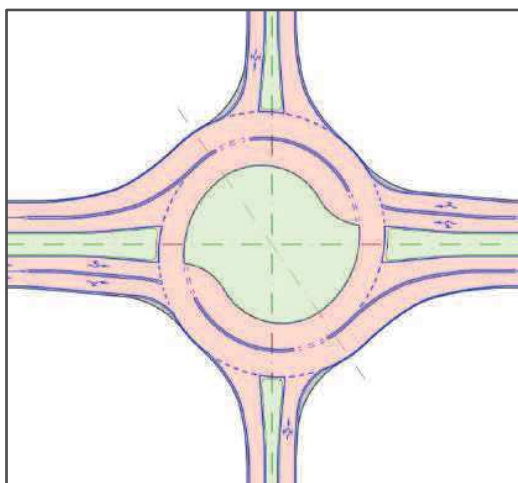
Další výhodou TOK je umožnění vyšší kapacity, efektivnější využívání dvoupruhových vjezdů pro převládající dopravní proudy a dosahování nižší rychlosti na okružním jízdním pásu.

Během návrhů jednotlivých variant nebyl uvažován průběh inženýrských sítí.

## 8.1 Varianta 1

### 8.1.1 Popis varianty 1

Návrh varianty 1 spočívá v přestavbě stávající dvoupruhové okružní křižovatky na turbo-okružní křižovatku typu vejce s převládajícími dopravními proudy ve směru ulice Hlavní třída. Jedná se o typ TOK, který respektuje stávající uspořádání jednopruhových a dvoupruhových vjezdů a výjezdů. Ukázka TOK typu vejce je k vidění na Obrázku 26. Výsledný návrh varianty 1 je pak zobrazen na Obrázku 27.



Obrázek 26: Turbo-okružní křižovatka typu vejce [Zdroj: TP 135 [9], obr. 19, upraveno]

Na ramenech s jednopruhovými vjezdy a výjezdy (rameno B a D) jsou navrženy dopravní ostrůvky, které jsou v místě přechodu pro chodce a přejezdu pro cyklisty přerušeny. Pro zajištění bezpečnosti nemotorizovaných uživatelů jsou v místech přechodů pro chodce a přejezdů pro cyklisty použity bezbariérové úpravy v podobě varovných a signálních pásů.

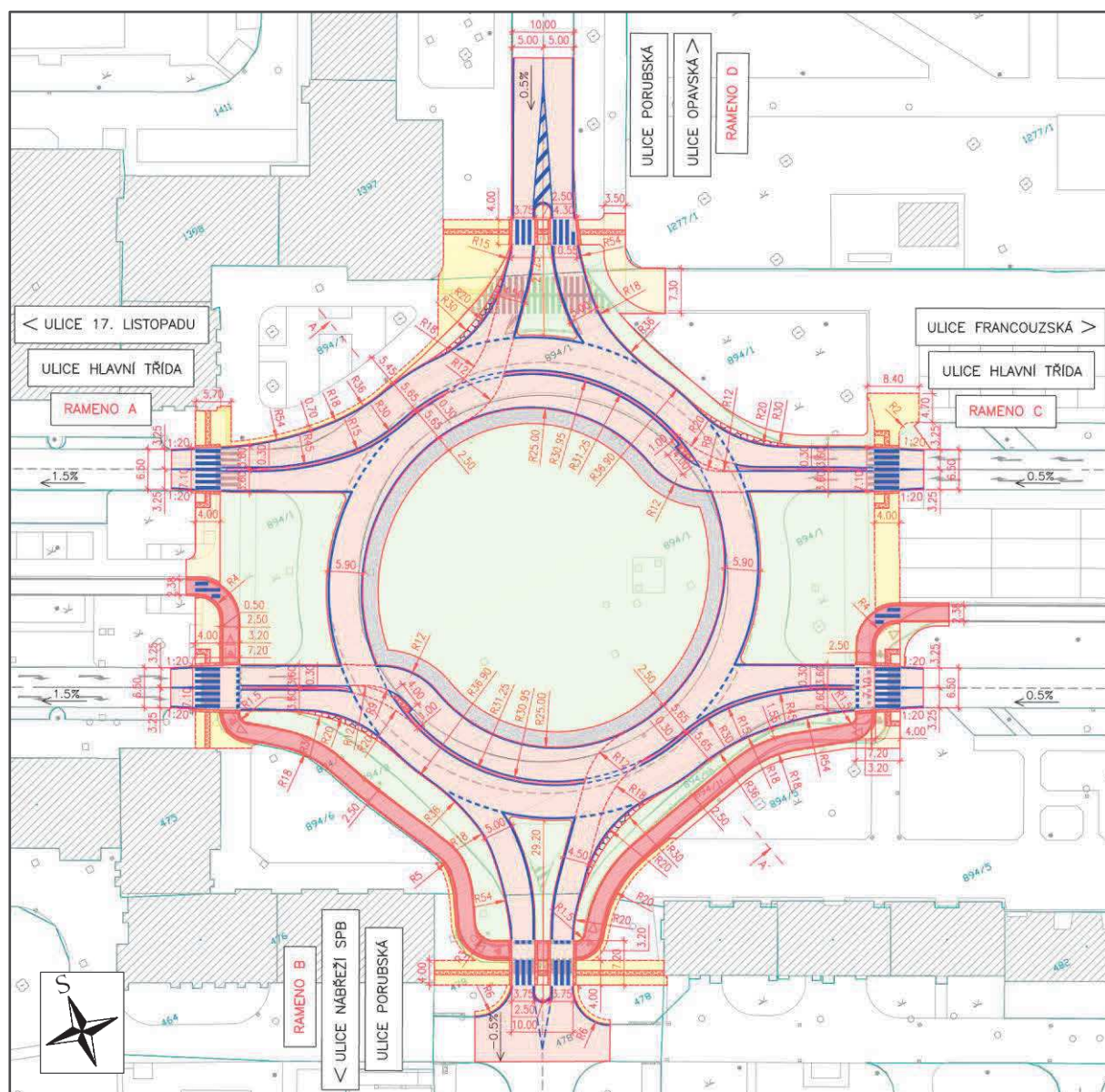
Součástí varianty 1 je také návrh úpravy vedení cyklistické stezky, která je v místě okružní křižovatky vedena mimo okružní jízdní pás.

Pro realizaci této varianty se počítá s co nejmenší stavební úpravou, tzn. že se návrh pohybuje co nejvíce ve stávajícím stavu okružní křižovatky. Pro případnou realizaci stavby by bylo zapotřebí odkoupit části těchto parcel: 894/1, 894/6, 894/7, 894/8 a 894/10 (viz katastrální mapa, která je součástí Přílohy 4). Všechny parcely jsou v druhu pozemku evidovány jako ostatní plochy a vlastníkem je statutární město Ostrava.

Kompletní návrh varianty 1 je k dispozici v Příloze 4 a k vidění na Obrázku 27 níže.



### 8.1.2 Návrh varianty 1

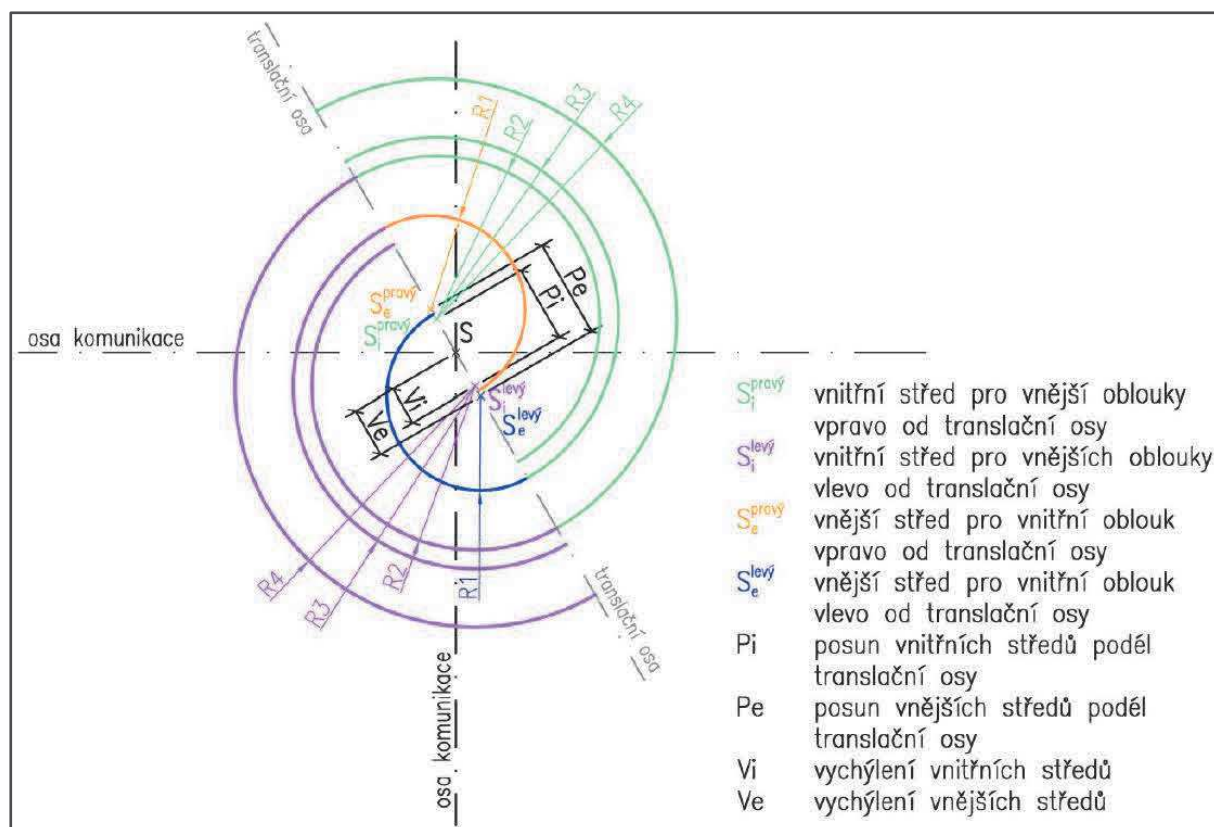


Obrázek 27: Návrh varianty 1

### Geometrie turbo-okružní křižovatky

Turbo-okružní křižovatka se skládá ze spirál, které tvoří kruhové segmenty. Návrh probíhá na základě sestavení turbobloku, který tvoří základ při návrhu geometrie turbo-okružní křižovatky. Turboblok je uskupení všech oblouků daných poloměrů, které se sestavují na tzv. translační ose. Jedná se o linii, na které se jednak setkávají jednotlivé navazující oblouky turbobloku, a zároveň na ní leží středy těchto oblouků a celkový střed turbo-okružní křižovatky. Schéma, podle kterého byla TOK sestavena, je k vidění na Obrázku 28.





Obrázek 28: Schéma geometrie turbobloku pro TOK typu vejce [Zdroj: TP 135 [9], obr. 23]

Geometrie tubo-okružní křižovatky typu vejce sestává ze dvou spirál, které jsou zvlášť tvořeny celkem čtyřmi půlkruhy s postupně většími poloměry:  $R_1=25,00$  m,  $R_2=30,95$  m,  $R_3=31,25$  m a  $R_4=36,90$  m. Poloměr  $R_1$  vytváří obvod středového ostrova, poloměry  $R_2$  a  $R_3$  tvoří okraje fyzického oddělení jízdních pruhů a poloměr  $R_4$  tvaruje vnější okraj TOK. Oblouky na pravé straně od translační osy mají střed v bodě  $S_{i,e}^{\text{pravý}}$  (nad celkovým středem  $S$  turbo-okružní křižovatky) a oblouky po levé straně translační osy mají střed v bodě  $S_{i,e}^{\text{levý}}$ . (pod celkovým středem  $S$  turbo-okružní křižovatky). Vzdálenost mezi středy oblouků se nazývá posun vnitřních/vnějších středů podél translační osy ( $P_i$  a  $P_e$ ). Vzdálenost od celkového středu po středy jednotlivých oblouků se nazývá vychýlení vnitřních/vnějších středů ( $V_i$  a  $V_e$ ). Aby byla zajištěna spojitost spirály, musí se posun podél translační osy rovnat změně poloměru oblouku.

Šířka vnitřní a vnější vozovky včetně vodících proužků byla navržena v hodnotě 6,25 m a 5,65 m. V místě dopravních ostrůvků je šířka okružního jízdního pásu rozšířena o 0,25 m. Všechny zbylé rozměry a poloměry použité při návrhu TOK jsou zobrazeny v Tabulce 17. Vnější průměr TOK v místě translační osy je 79,75 m.

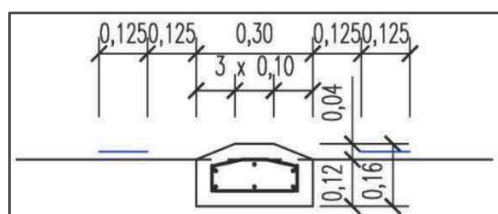
Tabulka 17: Rozměry a poloměry turbo-okružní křižovatky varianty 1

Šírkové uspořádání příčného řezu	Šířka [m]				
Vnitřní poloměr	25,00				
Vnitřní vodící proužek vnitřního jízdního pruhu	0,25				
Vnitřní jízdní pruh	5,75	Š1			
Vnější vodící proužek vnitřního jízdního pruhu	0,25				
Fyzické oddělení jízdních pruhů	0,30	Pe			
Vnitřní vodící proužek vnějšího jízdního pruhu	0,25	Pi			
Vnější jízdní pruh	5,15	Š2			
Vnější vodící proužek vnějšího jízdního pruhu	0,25				
Šířky vozovek, posunutí podél translační osy a vychýlení					
Š1 = šířka vnitřní vozovky	6,25				
Š2 = šířka vnější vozovky	5,65				
Pe = posun vnější (vzdálenost vnitřních okrajů jízdních pruhů)	6,55				
Pi = posun vnitřní (vzdálenost vnějších okrajů jízdních pruhů)	5,95				
Ve = vychýlení vnější = Pe / 2 (pro R1)	3,275				
Vi = vychýlení vnitřní = Pi / 2 (pro ostatní R)	2,975				
Rozdíl vychýlení	0,300				
Poloměry okrajů vozovek	vychýlení středu oblouku	poloměr	počáteční pozice	koncová pozice	1) 2) 3)
R1 = vnitřní vozovka, vnitřní okraj	3,275	25,000	21,725	28,275	4)
R2 = vnitřní vozovka, vnější okraj	2,975	30,950	27,975	33,925	5)
Rozdíly			6,250	5,650	6)
R3 = vnější vozovka, vnitřní okraj	2,975	31,250	28,275	34,225	7)
R4 = vnější vozovka, vnější okraj	2,975	36,900	33,925	39,875	8)
1) Pozice je vztažena k celkovému S 2) Počáteční pozice = poloměr - vychýlení 3) Koncová pozice = poloměr + vychýlení 4) R1 = vnitřní poloměr 5) R2 = R1 + Š1 - rozdíl vychýlení 6) Rozdíly odpovídají šířkám vozovek 7) R3 = R2 + šířka fyzického oddělení jízdních pruhů 8) R4 = R3 + Š2					

Součástí TOK je středový ostrov o průměru v místě translační osy 51,55 m, který je po svém obvodu lemovaný žulovými obrubníky typu OP 3. Okolo středového ostrova je navržena jeho zpevněná část, která je široká 2,50 m a je tvořena dlažebními kamennými kostkami tloušťky 160 mm.

## Fyzické oddělení jízdních pruhů

Velmi důležitou součástí turbo-okružní křižovatky je návrh fyzického oddělení jízdních pruhů. Jedná se o liniový prvek, který je tvořený speciálně tvarovanými prefabrikovanými betonovými prvky. Fyzické oddělení je navrženo v šířce 300 mm s převýšením 40 mm nad povrchem vozovky. Provedení fyzického oddělení jízdních pruhů je k vidění na Obrázku 29 a Obrázku 30. Pro zajištění odvodnění vnitřního jízdního pruhu na okružním pásu jsou fyzické prvky přerušeny v pravidelných intervalech v šířce 100 mm.



Obrázek 29: Provedení fyzického oddělení jízdních pruhů [Zdroj: Metodika pro navrhování turbo-okružních křižovatek [22], obr. 25]

Dalším velice důležitým prvkem TOK je rozšířená část fyzického oddělení jízdních pruhů (tzv. „špice“), která je zobrazena na Obrázku 30. Nachází se v místě vjezdu do turbo-okružní křižovatky pro převládající dopravní proud ve směru ulice Hlavní třída (viz Obrázek 31 vlevo). Jedná se o počáteční rozšíření liniového prvku přizpůsobené pro přejezd rozměrných vozidel, pro která vzhledem k rozměru jejich kol nepředstavuje žádnou překážku. Naopak pro vozidla menších rozměrů je jízda po tomto rozšíření značně nepříjemná a umožňuje správné nasměrování vozidel do turbo-okružní křižovatky. Protože tato problematika nebyla doposud řádně zpracována v žádných ze zmíněných předpisů, byla špice navržena na základě vlečných křivek směrnatného vozidla v délce 4,00 m a její šířka v nejširším místě je 1,00 m.



Obrázek 30: Příklad fyzického oddělení jízdních pruhů [Zdroj: TP 14/2015 [4], obr.6.7]

Při absenci zmíněných fyzických prvků mohou vznikat nežádoucí situace, které jsou popsány v kapitole 8.1.2.1.

## Návrhové prvky ramene A a C

Obě ramena jsou tvořena dvoupruhovými vjezdy a výjezdy. Šířka jízdních pruhů na vjezdech a výjezdech je oproti původnímu stavu rozšířena na hodnotu 3,60 m, přičemž jízdní pruhy jsou od sebe odděleny fyzickým prvkem v šířce 0,30 m. Ze stavebního uspořádání podle Obrázku 27 je zřejmé, že vozidla vjíždějící do křižovatky ve směru ulice Hlavní třída musejí dát přednost pouze vozidlům jedoucím po vnějším okružním jízdním pásu.

Při vjezdech do křižovatky je provedeno srpovité zpevnění krajnice, které je na svém vnějším obvodu lemováno betonovým obrubníkem, zvýšeným oproti vozovce o 30 mm. Jeho poloměr je 20,00 m. Vnitřní obvod srpovitého zpevnění krajnice je tvořen obloukem o poloměru 30,00 m. Výjezdy z křižovatky jsou tvořeny složenými kružnicovými oblouky o poloměrech R1, R2 a R3 se vzájemným poměrem velikosti 2:1:3. Návrh proběhl na základě průjezdu směrodatného vozidla, kterým je pro danou křižovatku autobus dlouhý 14,95 m. Pro vnější jízdní pruh je poloměr R1 36,00 m, poloměr R2 je 18,00 m a poloměr R3 je 54,00 m. Pro vnitřní jízdní pruh je poloměr R1 30,00 m, poloměr R2 je 15,00 m a poloměr R3 je 45,00 m.

Mezi vjezdy a výjezdy je zachován střední dělicí pás, který je široký 29,00 m. Zde je navržen chodník šířky 4,00 m, který je oproti původnímu stavu posunut směrem od okružní křižovatky. Důvodem bylo zajištění přímé chůze chodců od jednoho přechodu pro chodce k druhému a navržení přechodu pro chodce na výjezdu ramene A tak, aby nezasahoval do nároží křižovatky a jeho délka zůstala 7,10 m.

Pro zachování bezpečnosti chodců jsou na vjezdech i výjezdech navrženy přechody pro chodce v jednotné délce 7,10 m a šířce 4,00 m. Na vjezdu ramene A a výjezdu ramene C je tento přechod pro chodce doplněn o přejezd pro cyklisty, který je široký 3,20 m. Tato místa, která jsou určena k překonání místní komunikace, jsou opatřena bezbariérovými úpravami v podobě varovných a signálních pásů šířky 0,40 m a 0,80 m. V těchto místech a místech zásahu navrhované stavby do stávající konstrukce chodníku je navrženo jeho předláždění v šířce minimálně 0,70 m (v Příloze 4 znázorněno červenou čárkovanou čarou).

Na rameni A a C se navržená turbo-okružní křižovatka napojuje ve sklonu 1:20 na stávající jízdní pruhy, které jsou široké 3,25 m.

## Návrhové prvky ramene B

Rameno B je tvořeno jednopruhovým vjezdem v šířce 4,50 m a výjezdem šířky 5,00 m. Ze stavebního uspořádání podle Obrázku 27 je zřejmé, že vozidla vjíždějící do křižovatky ve směru ulice Porubská musejí dát přednost vozidlům jedoucím po vnitřním i vnějším okružním jízdním pásu. Návrh přerušení fyzického prvku v místě přejíždění z vnějšího do vnitřního jízdního pruhu byl proveden na základě vlečných křivek směrodatného vozidla.

Při vjezdu do křižovatky je opět provedeno srpovité zpevnění krajnice, které je po vnějším obvodu obehnané betonovým obrubníkem výšky 30 mm při poloměru 20,00 m. Vnitřní obvod srpovitého zpevnění krajnice je tvořen obloukem o poloměru 30,00 m. Výjezd z křižovatky je tvořen složeným kružnicovým obloukem o poloměrech R1, R2 a R3, kdy jejich vzájemný poměr je 2:1:3. Návrh proběhl rovněž na základě průjezdu směrodatného vozidla, kterým je pro danou křižovatku autobus dlouhý 14,95 m. Poloměr R1 je 36,00 m, poloměr R2 je 18,00 m a poloměr R3 je 54,00 m.

Vjezd a výjezd od sebe fyzicky odděluje dopravní ostrůvek, který je dlouhý 29,20 m. Ten je dostatečně dlouhý k tomu, aby vozidla dávající na výjezdu přednost nemotorizovaným uživatelům přejít vozovku, nezasahovala do okružního jízdního pásu. Dále se zde nachází dělený přechod pro chodce délky 3,75 m a šířky 4,00 m, který je přimknutý k přejezdu pro cyklisty šířky 3,20 m. V místě přechodu pro chodce a přejezdu pro cyklisty je ostrůvek přerušen a jeho šířka je 2,50 m. V rámci zachování bezpečnosti jsou i zde navrženy bezbariérové úpravy, které tvoří varovný pás šířky 0,40 m a signální pás šířky 0,80 m. Stejně jako u návrhu ramene A a C i zde je nutné předláždění stávajícího chodníku, a to zejména v místě signálních pásů.

V místě přilehlé průsečné křižovatky došlo k rekonstrukci části vozovky, úpravě nároží a doplnění o VDZ v podobě vodících proužků a přerušovaného dopravního stínu.

## Návrhové prvky ramene D

Rameno D je taktéž tvořeno jednopruhovým vjezdem šířky 4,50 m a výjezdem v šířce 5,00 m. Ze stavebního uspořádání podle Obrázku 27 je zřejmé, že vozidla vjíždějící do turbo-okružní křižovatky ve směru ulice Porubská musejí dát přednost vozidlům jedoucím po vnitřním i vnějším okružním jízdním pásu. Návrh přerušení fyzického prvku v místě přejíždění z vnějšího do vnitřního jízdního pruhu byl proveden na základě vlečných křivek směrodatného vozidla.



Vjezd do křižovatky je zde doplněn o zpevněnou část krajnice, která je po svém vnějším a vnitřním obvodu lemována betonovými obrubníky o poloměrech 20,00 a 30,00 m. Na základě vlečných křivek směrodatného vozidla bylo navrženo nároží výjezdu z křižovatky, které je tvořeno složeným kružnicovým obloukem o poloměrech R1, R2 a R3 při vzájemném poměru 2:1:3. Poloměr R1 je 36,00 m, poloměr R2 je 18,00 m a poloměr R3 je 54,00 m.

Pro fyzické oddělení jízdních pruhů je zde navržen dopravní ostrůvek v celkové délce 21,25 m. V místě přechodu je ostrůvek přerušen v šířce 2,50 m. Přechod pro chodce je široký 4,00 m a dopravním ostrůvkem je rozdělen na dvě části dlouhé 3,75 m a 4,30 m. Oproti původnímu stavu je přechod posunut do vzdálenosti 15,00 m od vnějšího okružního jízdního pásu. Důvodem je možnost zastavení autobusu před přechodem pro chodce tak, aniž by na výjezdu zasahoval do okruhu a zamezil zde jízdě vozidel. Místa určená pro přecházení vozovky jsou opatřena hmatovými prvky, kterými jsou varovný pás šířky 0,40 m a signální pás šířky 0,80 m.

Přemístění přechodu pro chodce vyvolalo návrh nové konstrukce chodníku či jeho předláždění.

Návrh ramene D se plynule napojuje na stávající stav, kde je šířka jízdních pruhů 5,00 m.

### **Vedení cyklistů v místě turbo-okružní křižovatky**

Úprava cyklistické stezky spočívá ve sjednocení její šířky na hodnotu 2,50 m, a to zejména v místech přejezdů pro cyklisty. Oproti původnímu řešení je nově navržená cyklistická trasa provedena jen ze zámkové dlažby červené barvy a v místech křížení stezky s místní komunikací je doplněna o bezbariérové úpravy v podobě varovných pásů šířky 0,40 m. Mezi jízdním pruhem pro cyklisty a pruhem pro chodce je naražen bezpečnostní odstup šířky 0,50 m, který se skládá z hmatného pásu šířky 0,30 m a dlažby šířky 0,20 m ve žlutém provedení. Z důvodu širokých výjezdů TOK, které byly navrženy podle vlečných křivek směrodatného vozidla, bylo zapotřebí upravit směrové řešení stezky. V místech, kde se jízdní pruh pro cyklisty přibližuje k jízdnímu pruhu, je podle požadavků TP 179 [14] zachován dělicí (zelený) pás šířky minimálně 1,50 metru. Na rameni A a rameni C dochází ve středním dělicím pásu ke křížení pruhu pro chodce s jízdním pruhem pro cyklisty. Takovéto úrovněvé křížení je označeno příslušným dopravním značením, tj. vodorovným dopravním značením č. V7 „Přechod pro chodce“. Cyklistická stezka se na rameni A a C napojuje na stávající stav sdružené stezky pro chodce a cyklisty, kde je šířka jízdního pruhu pro cyklisty 2,38 metrů.



## Ověření vlečných křivek a rozhledových podmínek

Při navrhování varianty 1 bylo využito programu AutoTURN. Ten umožňuje ověřit průjezdnost návrhu pomocí daných směrodatných vozidel při určité rychlosti. Podle požadavků, uvedených v TP 171 [13], bylo během návrhu turbo-okružní křižovatky dbáno na zachování odstupu alespoň 0,25 m mezi koly směrodatného vozidla a okraji jízdních pruhů. Směrodatným vozidlem, kterým byla varianta 1 ověřena z hlediska průjezdnosti, byl BUS 15 o délce 14,95 m (viz Obrázek 38). Navržené parametry TOK po ověření vlečnými křivkami vyhověly.

Pro variantu 1 byly na navržené křižovatce dle TP 135 [9] ověřeny rozhledy pomocí rozhledových trojúhelníků. Více viz kapitola 10.2.

### 8.1.2.1. Důsledky absence fyzických oddělení jízdních pruhů

Při absenci fyzických oddělení jízdních pruhů mohou vznikat nežádoucí situace, které by narušily plynulost provozu a turbo-okružní křižovatka by pozbyla výhod, které s sebou tyto fyzické oddělení přináší.

V případě chybějícího počátečního rozšíření fyzického oddělení jízdních pruhů by mohla nastat situace, kdy řidič vozidla jedoucí po vnějším okružním jízdním pásu by nerespektoval dopravní značení a plynule by přejel z vnějšího jízdního pruhu do vnitřního. Tímto by omezil v jízdě vozidla na příslušném vjezdu křižovatky dávající přednost, a navíc by docházelo k porušování předních částí prefabrikovaných betonových prvků, jako je znázorněno na Obrázku 32. Tato situace je schematicky znázorněna na Obrázku 31 vpravo. V případě použití počátečního rozšíření (špice) by vozidlo jedoucí po okružním jízdním pásu bylo nuceno v daném místě zpomalit a provést náhlou změnu směru z vnějšího do vnitřního jízdního pruhu. Tato situace je schematicky znázorněna na Obrázku 31 vlevo.



Obrázek 31: Průjezd osobního vozidla TOK s použitím rozšíření (vlevo) a bez rozšíření (vpravo) fyzického prvku

Další nežádoucí situace může nastat v případě chybějících fyzických prvků oddělující jízdní pruhy. Tyto v podstatě vyvýšené obruby zamezují křížení drah vozidel jedoucích po okruhu s vozidly, které okružní pás opouštějí a vylučují tak průplety vozidel v křižovatce. Jejich použití přináší důležité výhody: výrazné zvýšení bezpečnosti účastníků provozu, snížení obavy řidičů z vozidel jedoucích v přilehlých jízdních pruzích a zamezení narovnání trajektorie průjezdu vozidel okružní křižovatkou.

Často se stává, že fyzická oddělení jízdních pruhů se na turbo-okružní křižovatce vynechávají z důvodu průjezdu stroje se sněhovou radlicí v zimním období. V tomto případě je možné na místo sněhové radlice použít stroj se zametacím kartáčem doplněným o posypové materiály.

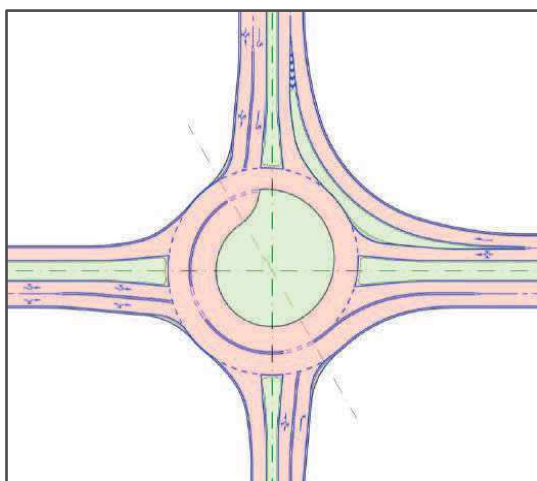


*Obrázek 32: Opatřebení fyzického oddělení jízdních pruhů*

## 8.2 Varianta 2

### 8.2.1 Popis varianty 2

Návrh varianty 2 spočívá v přestavbě stávající dvoupruhové okružní křižovatky na turbo-okružní křižovatku, která byla navržena na základě TOK typu koleno (ukázka viz Obrázek 33). Oproti variantě 1 je křižovatka navíc tvořena dvěma spojovacími větvemi, tzv. bypassy. Tyto větve byly navrženy z důvodu zvýšené intenzity odbočujících vozidel vpravo, a to ve směru ulice Francouzská – ulice Opavská a ve směru ulice Opavská – ulice 17. listopadu. Žádoucí by byla rovněž realizace zbývajících dvou bypassů na protilehlé straně TOK, ale z důvodu přilehlé zástavby, vedení cyklistické stezky a stísněných podmínek bylo od této varianty upuštěno.



Obrázek 33: Turbo-okružní křižovatka typu koleno [Zdroj: TP 135 [9], obr. 21, upraveno]

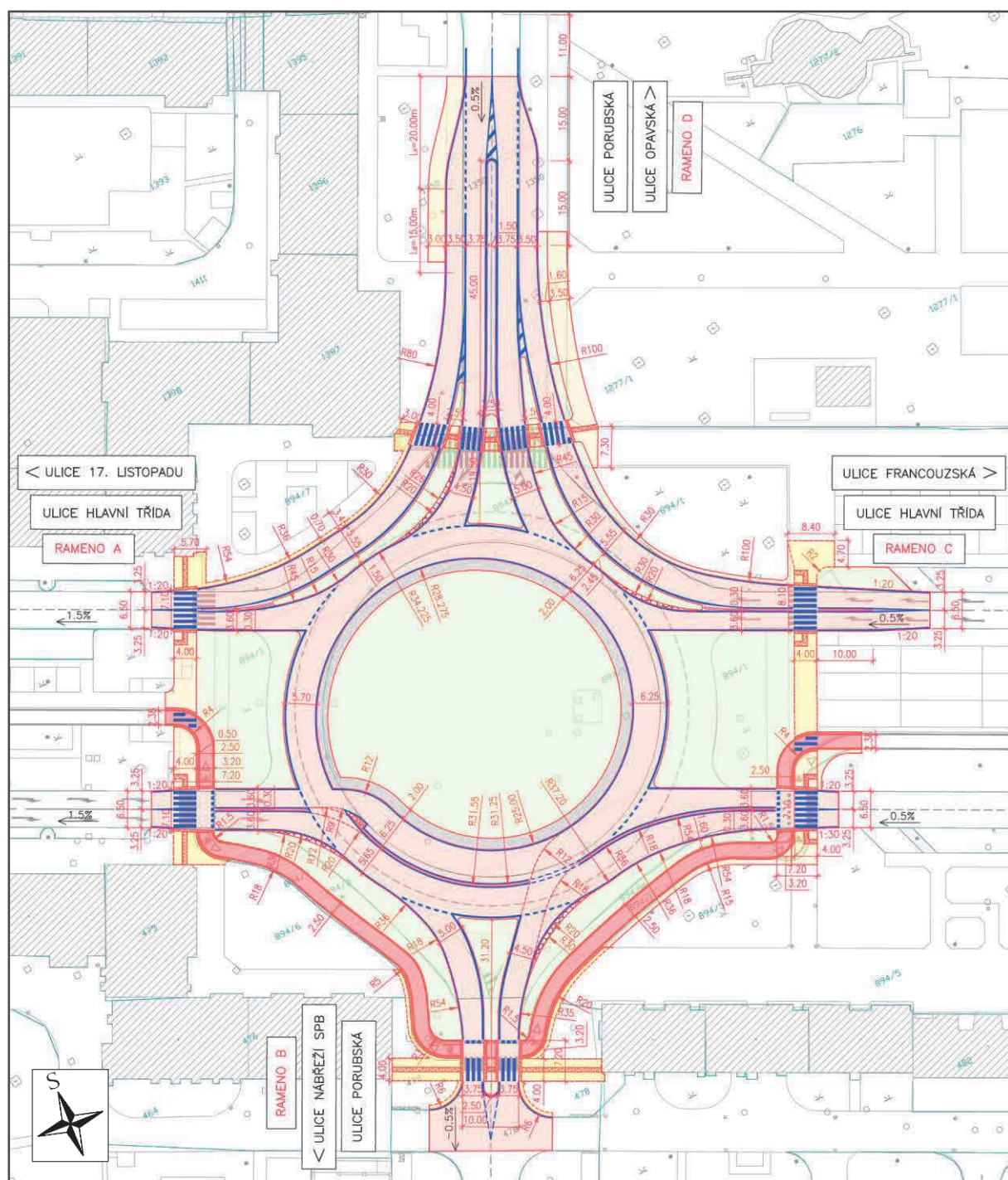
Na ramenech A a C jsou od sebe vjezdy a výjezdy odděleny stávajícím dělicím pásem, zatímco na ramenech s jednopruhovými vjezdy a výjezdy (rameno B a D) jsou navrženy dopravní ostrůvky, které jsou v místech přechodů pro chodce a přejezdu pro cyklisty přerušeny. Pro zajištění bezpečnosti nemotorizovaných uživatelů jsou v místech přechodů pro chodce a přejezdů pro cyklisty použity bezbariérové úpravy v podobě varovných a signálních pásů.

Součástí varianty 2 je také návrh úpravy vedení cyklistické stezky, která je v místě okružní křižovatky vedena mimo okružní jízdní pás.

Pro případnou realizaci této varianty by bylo nutné odkoupit části nových parcel: 894/1, 894/5, 894/6, 894/7, 894/8 a 894/10 (viz katastrální mapa, která je součástí Přílohy 5). Všechny parcely jsou v druhu pozemku evidovány jako ostatní plochy a vlastníkem je statutární město Ostrava.

## 8.2.2 Návrh varianty 2

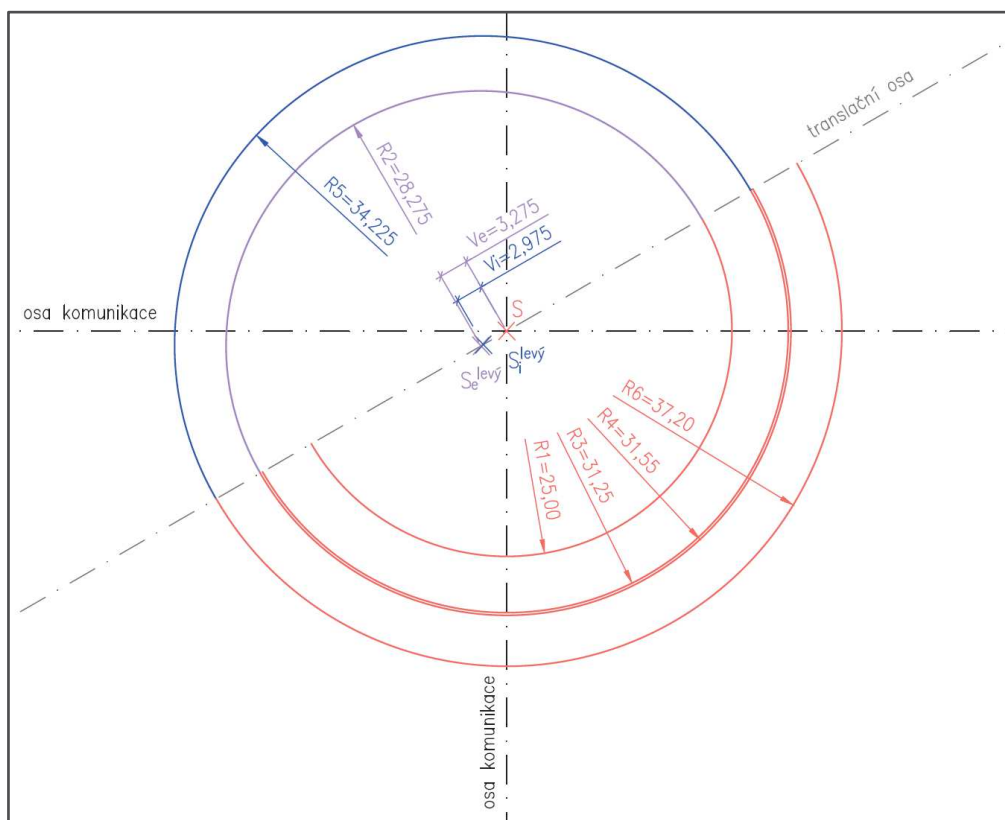
Návrh druhé varianty proběhl na základě konstrukce TOK typu koleno, která je znázorněna na Obrázku 33. Skutečný návrh je k vidění na Obrázku 34, kde místo jednoho bypassu jsou navrženy celkem dvě spojovací větve pro pravé odbočení na křižovatce. Kompletní návrh varianty 2 je k dispozici v Příloze 5.





## Geometrie turbo-okružní křižovatky

Sestavení turbobloku TOK typu koleno se od předešlého typu TOK liší v jeho geometrii. Princip jeho sestavení ale zůstává obdobný. Geometrie tubo-okružní křižovatky typu koleno sestává rovněž ze dvou spirál, které jsou dohromady tvořeny celkem šesti půlkruhy s postupně většími poloměry  $R_1=25,00$  m,  $R_2=28,275$  m,  $R_3=31,25$  m,  $R_4=31,55$  m,  $R_5=34,225$  m a  $R_6=37,20$  m. Poloměry  $R_1$  a  $R_2$  vytváří obvod středového ostrova, poloměry  $R_3$  a  $R_4$  tvoří okraje fyzického oddělení jízdních pruhů a poloměry  $R_5$  a  $R_6$  tvarují vnější okraj TOK. Schéma, podle kterého byl turboblok pro variantu 2 sestaven, je k vidění na Obrázku 35.



Obrázek 35: Schéma geometrie turbobloku pro TOK typu koleno

Oblouky na pravé straně od translační osy mají střed v bodě S (celkový střed turbo-okružní křižovatky) a oblouky po levé straně translační osy mají středy v bodech  $S_i^{levý}$  a  $S_e^{levý}$ . Vzdálenost od celkového středu po středy oblouků nacházejících se vlevo od translační osy se nazývá vychýlení vnitřních/vnějších středů ( $V_i$  a  $V_e$ ).

Šířka vnitřní a vnější vozovky včetně vodících proužků byla navržena v hodnotě 6,25 m a 5,65 m. V místě dopravních ostrůvků je šířka okružního jízdního pásu rozšířena o 0,25 m. Vnější průměr TOK je v místě translační osy 68,45 m. Všechny zbylé rozměry a poloměry použité při návrhu TOK jsou zobrazeny v Tabulce 18.

Tabulka 18: Rozměry a poloměry turbo-okružní křižovatky varianty 2

Šírkové uspořádání příčného řezu	Šířka [m]					
Vnitřní poloměr	25,00					
Vnitřní vodící proužek vnitřního jízdního pruhu	0,25	} Š1				
Vnitřní jízdní pruh	5,75					
Vnější vodící proužek vnitřního jízdního pruhu	0,25					
Fyzické oddělení jízdních pruhů	0,30					
Vnitřní vodící proužek vnějšího jízdního pruhu	0,25	} Š2				
Vnější jízdní pruh	5,15					
Vnější vodící proužek vnějšího jízdního pruhu	0,25					
Šířka směrovacího ostrůvku	1,50	(min.)				
Šířky vozovek, posunutí podél translační osy a vychýlení						
Š1 = šířka vnitřní vozovky	6,25	1)				
Š2 = šířka vnější vozovky	5,65	2)				
Š3 = šířka vozovky bypassu	–	3)				
Ve = vychýlení vnější (pro R1 a R2)	3,275	4)				
Vi = vychýlení vnitřní (pro ostatní R)	2,975	5)				
Poloměry okrajů vozovek	vychýlení středu oblouku	poloměr	počáteční pozice	koncová pozice	6) 7) 8)	
R1 = vnitřní vozovka, vnitřní okraj	0,000	25,000	25,000	25,000	9)	
R2 = vnitřní vozovka, vnitřní okraj	3,275	28,275	25,000	31,550	10)	
R3 = vnitřní vozovka, vnější okraj	0,000	31,250	31,250	31,250	11)	
R4 = vnější vozovka, vnitřní okraj	0,000	31,550	31,550	31,550	12)	
R5 = vnitřní vozovka, vnější okraj	2,975	34,225	31,250	37,200	13)	
R6 = vnější vozovka, vnější okraj	0,000	37,200	37,200	37,200	14)	
1) Š1 = vnitřní vodící proužek vnitřního jízdního pruhu + vnitřní jízdní pruh + vnější vodící proužek vnitřního jízdního pruhu						
2) Š2 = vnitřní vodící proužek vnitřního jízdního pruhu + vnější jízdní pruh + vnější vodící proužek vnitřního jízdního pruhu						
3) Š3 se určí dle ČSN 73 6102 na základě poloměru vnitřní hrany jízdního pruhu bypassu (samostatné řešení)						
4) $Ve = \frac{\text{Š1}}{2} + \text{fyzické oddělení jízdních pruhů}/2$						
5) $Vi = \frac{\text{Š2}}{2} + \text{fyzické oddělení jízdních pruhů}/2$						
6) Pozice je vztažena k celkovému středu S						
7) Počáteční pozice = poloměr - vychýlení						
8) Koncová pozice = poloměr + vychýlení						
9) R1 = vnitřní poloměr						
10) $R2 = R1 + Ve$						
11) $R3 = R2 + Ve - \text{fyzické oddělení jízdních pruhů}$						
12) $R4 = R2 + Ve$						
13) $R5 = R3 + Vi$						
14) $R6 = R5 + Vi$						



Součástí TOK je středový ostrov o průměru v místě translační osy 50,00 m, který je po svém obvodu lemovaný žulovými obrubníky typu OP 3. Okolo středového ostrova je navržena jeho zpevněná část, která je široká 2,00 m a je tvořena dlažebními kamennými kostkami tloušťky 160 mm.

### **Fyzické oddělení jízdních pruhů**

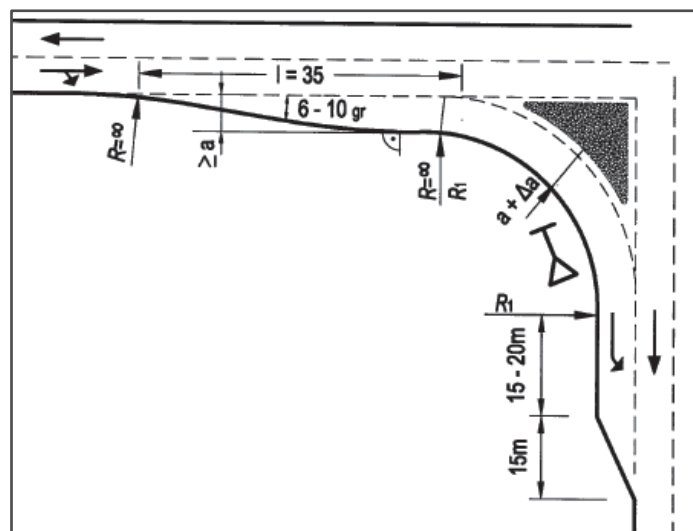
Nedílnou součástí turbo-okružní křižovatky je návrh fyzických oddělení jízdních pruhů. Provedení těchto prvků je stejné, jako u předchozí varianty 1 (viz kapitola 8.1.2).

### **Návrhové prvky ramene A, C a D**

Všechna tři ramena jsou tvořena dvoupruhovými vjezdy a výjezdy. Ze stavebního uspořádání podle Obrázku 34 je zřejmé, že vozidla vjíždějící do turbo-okružní křižovatky musejí dát přednost pouze vozidlům jedoucím po jednom okružním jízdním pásu.

Návrhové prvky a provedení ramene A a C je obdobné, jako u předchozí varianty 1. Liší se pouze v provedení vjezdu na rameni C a výjezdu na rameni A, a to z důvodu navržených bypassů.

První bypass je veden ve směru ulice Francouzská – ulice Opavská (z ramene C do ramene D). Začátek spojovací větve začíná napojením na stávající stav náběhem 1:20. Šířka jízdního pruhu větve byla určena na základě nejmenších požadovaných hodnot dle ČSN 73 6102 [1]. Pro nejmenší použitý poloměr vnitřního okraje jízdního pruhu 30,00 m platí šířka jízdního pruhu (včetně jeho rozšíření) 4,80 m. K této hodnotě je připočten bezpečnostní odstup od ostrůvku 0,50 m a šířka vozíčního proužku 0,25 m. Výsledná šířka bypassu mezi obrubami je tedy 5,55 m. Na rameni D se spojovací větev připojuje k průběžnému jízdnímu pruhu šířky 3,75 m. Připojení je navrženo pomocí zkráceného připojovacího pruhu celkové délky 30,00 m podle Obrázku 36. Jeho šířka je 3,50 m. Druhá polovina zkráceného připojovacího pruhu je tvořena náběhovým klínem. Z důvodu autobusové zastávky, která se na rameni D nachází cca 91,00 m od vnějšího okružního jízdního pruhu nebylo možné navrhnout připojovací pruh složený ze zrychlovacího, manévrovacího a zařazovacího úseku. Návrhem bypassu bylo zasaženo do stávajícího stavu, což vyvolalo návrh nové konstrukce chodníku, který se navazuje na stávající chodník šířky 3,50 m a 7,30 m.



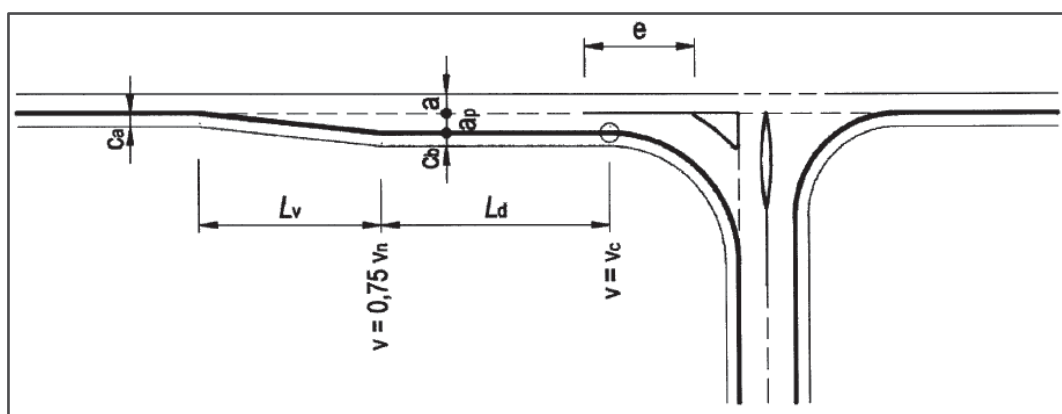
Obrázek 36: Připojení větve úrovnňové křižovatky pomocí zkráceného připojovacího pruhu  
[Zdroj: ČSN 73 6102 [1], obr. 38b)]

V nejužším místě je tento bypass oddělen od vnějšího okružního jízdního pruhu dopravním ostrůvkem šířky 2,45 m. Ostrůvek na rameni C začíná za přechodem pro chodce, který je široký 4,00 m a dosahuje délky 8,10 m. Dále pak ostrůvek pokračuje v proměnné šířce k rameni D, kde dělí 4,00 m široký přechod pro chodce a jeho šířka v tomto místě činí 2,50 m.

Vjezd do okružního jízdního pásu je na rameni D tvořen nárožím o poloměru 20,00 m, které je tvořeno srpovitou zpevněnou krajnicí s vnitřním poloměrem 30,00 m. Šířka vjezdu je 4,50 m. Výjezd z okružního jízdního pásu je na rameni D tvořen složeným kružnicovým obloukem o poloměrech  $R_1$ ,  $R_2$  a  $R_3$  při vzájemném poměru 2:1:3. Poloměr  $R_1$  je 30,00 m, poloměr  $R_2$  je 15,00 m a poloměr  $R_3$  je 45,00 m. Šířka výjezdu je 5,00 m. Mezi vjezdem a výjezdem je navržen dopravní ostrůvek délky 19,50 m. V místě přechodu pro chodce je ostrůvek přerušen v šířce 2,50 m. Pro zajištění zúžení průběžných jízdních pruhů na hodnotu 3,75 m pak ostrůvek dále pokračuje směrem k ulici Opavská. V celé své délce 45,00 m a šířce 1,50 m je navržen jako pojížděný. Po svém vnějším obvodu je lemován obrubníkem zvýšeným oproti vozovce o 30 mm se skosenou horní podélnou hranou.

Druhý bypass je navržen ve směru ulice Opavská – ulice 17. listopadu (z ramene D do ramene A). Začátek spojovací větve začíná napojením na stávající stav pomocí přídatného pruhu pro odbočení vpravo bez zastavení na úrovňové křižovatce podle Obrázku 37. Odbočovací pruh, který je navržen v šířce 3,50 m, se skládá z vyřazovacího úseku  $L_v$  a zpomalovacího úseku  $L_d$ . Podle ČSN 73 6102 [1] je pro šířku odbočovacího pruhu 3,50 m a návrhovou rychlost 50 km/h délka vyřazovacího úseku 40,00 m. Z důvodu stísněných podmínek byla tato hodnota zkrácena o 50% na hodnotu 20,00 m. Pro rychlost na konci zpomalovacího úseku 30 km/h, návrhovou rychlost na průběžné pozemní komunikaci 50 km/h a při stoupajícím sklonu 0,5% byla vypočtena délka zpomalovacího úseku podle vzorce uvedeného níže (1). Délka zpomalovacího úseku vyšla 12,00 m, ale z důvodu napojení úseku na oblouk spojovací větve byla délka zvýšena na 15,00 m.

$$L_d = \frac{(0,75 \cdot v_n)^2 - v_c^2}{26 \cdot \left(d + \frac{s}{10}\right)} = \frac{(0,75 \cdot 50)^2 - 30^2}{26 \cdot \left(1,7 + \frac{0,5}{10}\right)} = 11,13 = 12,00 \text{ m} \quad (1)$$



Obrázek 37: Odbočovací pruh pro odbočení vpravo bez zastavení na úrovňové křižovatce  
[Zdroj: ČSN 73 6102 [1], obr. 23a)]

Šířka jízdního pruhu větve byla určena na základě nejmenších požadovaných hodnot dle ČSN 73 6102 [1]. Pro nejmenší použitý poloměr vnitřního okraje jízdního pruhu 30,00 m platí šířka jízdního pruhu (včetně jeho rozšíření) 4,80 m. K této hodnotě je připočten bezpečnostní odstup od ostrůvku 0,50 m a šířka vodícího proužku 0,25 m. Výsledná šířka bypassu mezi obrubami je tedy 5,55 m. Na rameni A se spojovací větev připojuje na stávající jízdní pruh výjezdu, který je široký 3,25 m. Vnitřní okraj nároží je tvořen ze dvou oblouků o poloměrech 36,00 m a 54,00 m. Návrhem bypassu bylo zasaženo do stávajícího stavu, což vyvolalo návrh nové konstrukce chodníku, který se navazuje na stávající chodník.

V nejužším místě je tento bypass oddělen od vnějšího okružního jízdního pruhu dopravním ostrůvkem šířky 1,50 m. Ostrůvek na rameni D začíná před přechodem pro chodce, který dělí na dvě části široké 4,00 m, a šířka ostrůvku je v tomto místě 2,50 m. Dále pak ostrůvek pokračuje v proměnné šířce k rameni A, kde končí před přechodem pro chodce, který je široký 4,00 m a dosahuje délky 7,10 m.

### Návrhové prvky ramene B

Návrh šířky vjezdu a výjezdu, vnitřního okraje nároží, přechodu pro chodce, přejezdu pro cyklisty a návrh hmatových úprav proběhl stejně jako u varianty 1. Rozdíl je pouze v délce dopravního ostrůvku, který je dlouhý 31,20 m.

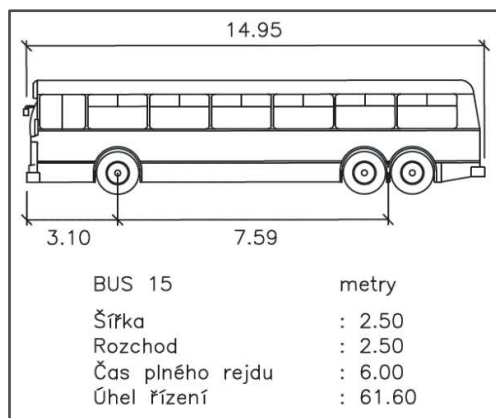
### Vedení cyklistů v místě turbo-okružní křižovatky

Úprava cyklistické stezky je stejná jako u varianty 1, liší se pouze ve směrovém vedení jízdního pruhu pro cyklisty mezi ramenem B a C.

### Ověření vlečných křivek a rozhledových podmínek

Stejně jako u varianty 1, tak i u varianty 2 bylo při navrhování využito programu AutoTURN. Při návrhu turbo-okružní křižovatky bylo opět dbáno na zachování bezpečného odstupu alespoň 0,25 m mezi koly směrodatného vozidla a okraji jízdních pruhů. Směrodatným vozidlem, kterým byla varianta 2 ověřena z hlediska průjezdnosti, byl BUS 15 o délce 14,95 m (viz Obrázek 38). Navržené parametry TOK po ověření vlečnými křivkami vyhověly.

Pro variantu 2 byly na navržené křižovatce dle TP 135 [9] ověřeny rozhledy pomocí rozhledových trojúhelníků. TOK z hlediska rozhledových poměrů vyhověla.



Obrázek 38: Směrodatné vozidlo BUS 15

## 9. MULTIKRITERIÁLNÍ ANALÝZA NAVRŽENÝCH VARIANT

### Popis hodnocení navržených variant:

Pro výběr výsledné varianty byl zvolen postup odpovídající multikriteriální analýze. Multikriteriální analýza, označována zkratkou MCA (Multicriteria Decisional Analysis), se zabývá hodnocením navržených variant podle několika stanovených kritérií.

Celkem bylo vybráno 7 kritérií. Každému kritériu byla přiřazena váha, která vyjadřuje důležitost daného kritéria vzhledem k ostatním. Váha důležitosti byla stanovena v rozsahu od 1 do 10, přičemž kritérium ohodnocené číslem 1 je chápáno jako nejméně důležité a kritérium ohodnocené číslem 10 je bráno jako nejdůležitější. Následuje ohodnocení všech kritérií body od 1 do 5, kde bod 1 znamená nejmenší vhodnost varianty z hlediska daného kritéria a bod 5 znamená nejvyšší vhodnost varianty pro dané kritérium. Vyhodnocení navržených variant probíhá tak, že se pro jednotlivá kritéria pronásobí hodnoty váhy důležitosti s přidělenými body a následně se tyto hodnoty sečtou. Varianta s vyšší konečnou hodnotou bude vybrána jako výsledná. Pro přehlednost byla sestavena Tabulka 19.

Významnou součástí diplomové práce bylo navrhnout rekonstrukci okružní křižovatky tak, aby bylo dosaženo potřebných opatření, které by vedly ke zvýšení plynulosti a bezpečnosti provozu. Z toho důvodu jsem při hodnocení variant kladla největší důraz na plynulost a bezpečnost provozu dopravních prostředků, chodců i cyklistů.

### Přehled navržených variant:

Varianta 1 – návrh turbo-okružní křižovatky typu vejce (bez spojovacích větví)

Varianta 2 – návrh turbo-okružní křižovatky typu koleno se dvěma spojovacími větvemi

### Použitá kritéria a jejich zdůvodnění:

- 1) *Bezpečnost provozu dopravních prostředků* sleduje snížení dopravní nehodovosti a počtu kolizních bodů, umožnění bezpečného a komfortního průjezdu turbo-okružní křižovatkou. Váha důležitosti je 10.
- 2) *Bezpečnost chodců a cyklistů* sleduje jejich bezpečné vedení v prostoru turbo-okružní křižovatky. Váha důležitosti je 10.

- 3) *Plynulost provozu dopravních prostředků* sleduje co nejplynulejší průjezd turbo-okružní křižovatkou a vhodnost napojení stavby na stávající stav. Váha důležitosti je 9.
- 4) *Míra přijetí řidiči* sleduje schopnost řidičů orientovat se na turbo-okružní křižovatce a pochopení dopravních úkonů. Váha důležitosti je 8.
- 5) *Ekonomické hledisko* sleduje potřebné náklady na výstavbu. Váha důležitosti je 8.
- 6) *Objem stavebních úprav* sleduje rozsah stavebních prací nutných k realizaci navrhované stavby. Váha důležitosti je 6.
- 7) *Zábor pozemků* sleduje rozsah dotčených ploch nutných k realizaci navrhované stavby. Váha důležitosti je 3.

*Tabulka 19: Multikriteriální hodnocení navržených variant*

	<i>KRITÉRIUM</i>	<i>VÁHA</i>	<i>BODY</i>	<i>HODNOCENÍ</i>	<i>SOUČET</i>
<b>VARIANTA 1</b>	Bezpečnost provozu dopravních prostředků	10	5	50	<b>232</b>
	Bezpečnost provozu chodců a cyklistů	10	5	50	
	Plynulost provozu dopravních prostředků	9	4	36	
	Míra přijetí řidiči	8	5	40	
	Ekonomické hledisko	8	4	32	
	Objem stavebních úprav	6	3	18	
	Zábory pozemků	3	2	6	
<b>VARIANTA 2</b>	Bezpečnost provozu dopravních prostředků	10	5	50	196
	Bezpečnost provozu chodců a cyklistů	10	3	30	
	Plynulost provozu dopravních prostředků	9	5	45	
	Míra přijetí řidiči	8	4	32	
	Ekonomické hledisko	8	3	24	
	Objem stavebních úprav	6	2	12	
	Zábory pozemků	3	1	3	



## **Závěrečné vyhodnocení navržených variant**

Na základě výsledků z Tabulky 19 bylo zjištěno následující pořadí variant podle jejich vhodnosti:

Jako méně vhodné řešení pro rekonstrukci okružní křižovatky vyšla podle multikriteriálního hodnocení varianta 2, ve které byla navržena turbo-okružní křižovatka typu koleno se dvěma spojovacími větvemi (bypassy). Jedná se o variantu, která je z hlediska bezpečnosti chodců a cyklistů hodnocena hůře, než varianta 1. Důvodem je způsob vedení chodců přes přechod pro chodce, který je na rameni D třikrát přerušen dopravními ostrůvky a chodci tak musejí překonat vozovku přes čtyři jízdní pruhy. Z hlediska orientace řidičů na TOK s navrženými bypassy jen na jedné její polovině se mi z důvodu její nesymetrie jeví varianta 2 jako méně vhodné řešení. Navzdory tomu je varianta s bypassy vhodnější z hlediska plynulosti provozu. Z pohledu ekonomického, objemu stavebních prací a záborů pozemků je tato varianta nejnáročnější.

Jako nejvhodnější řešení rekonstrukce okružní křižovatky se ukázala varianta 1. Jedná se o návrh turbo-okružní křižovatky typu vejce, která do jisté míry co nejvíce respektuje stávající stavební uspořádání. Oproti předchozí variantě je řešení varianty 1 vhodnější z hlediska bezpečnosti všech účastníků provozu. Výhodnější je rovněž z ekonomického hlediska, objemu stavebních úprav a záborů pozemků, kdy zásah do přilehlých ploch není tak markantní, jako u předchozího řešení. Vzhledem ke kladení důrazu na bezpečnost provozu dopravních prostředků, chodců a cyklistů jsem variantu 1 doporučila jako výsledné nejvhodnější řešení rekonstrukce okružní křižovatky.

## 10. VÝSLEDNÁ VARIANTA

Za výslednou variantu byla na základě multikriteriální analýzy vybrána varianta 1, která spočívá v návrhu turbo-okružní křižovatky typu vejce (viz kapitola 8.1). Tato varianta byla podrobena důkladnějšímu zpracování v rámci výkresové části této diplomové práce, kde jako první bylo navrženo potřebné dopravní značení, které zahrnuje návrh a popis svislého a vodorovného dopravního značení (viz kapitola 10.1 a Příloha 6). Jako další je zpracován výkres s ověřením rozhledových podmínek na turbo-okružní křižovatce (viz kapitola 10.2 a Příloha 7) a pomocí programu AutoTURN byla ověřena průjezdnost křižovatky pomocí vlečných křivek odpovídajících směrodatnému vozidlu BUS 15 (viz kapitola 10.2, Příloha 8 a Příloha 9). Nedílnou součástí zpracování výsledné varianty je zkrácení vzorového příčného řezu (viz Příloha 10), jehož součástí je navržení konstrukce vozovky (viz kapitola 10.3). Jako poslední je pro výslednou variantu rozpracován orientační rozpočet nákladů (viz kapitola 10.4).

### 10.1. Dopravní značení

Pro zajištění správného fungování TOK je svislé a vodorovné dopravní značení velice důležitou součástí jejího návrhu. Návrh dopravního značení byl proveden v souladu s TP 65 [5], TP 100 [6], TP 133 [8] a Vyhláškou č. 294/2015 Sb [19]. Provedení a rozmístění svislého a vodorovného dopravního značení je k vidění v Příloze 6.

Svislé dopravní značení bylo navrženo tak, aby žádným způsobem nezasahovalo do vymezených částí dopravního prostoru. Při jednopruhových vjezdech a výjezdech je SDZ umístěno na okraji vozovky po pravé straně ve směru jízdy, zatím co u dvoupruhových vjezdů a výjezdů je odpovídající dopravní značení umístěno vlevo i vpravo při okrajích vozovky. Pro zajištění orientace řidičů na turbo-okružní křižovatce byly nově navrženy dopravní značky uvedené v Tabulce 20.

Značka č. A 4 „Pozor, kruhový objezd“ je doplněna o dodatkovou tabulku č. E 13, která obsahuje text „TURBO“ upozorňující řidiče na blížící se turbo-okružní křižovatku. Společně jsou od okraje okružního jízdniho pásu TOK umístěny ve vzdálenosti do 100 m.

Na okružním jízdním páse není umožněn průlet vozidel. Z toho důvodu musí dopravní značení jednoznačně navést řidiče do správného jízdního pruhu ještě před vjezdem do TOK. Proto bylo navrženo svislé dopravní značení s označením IS 9b „Návěst před křižovatkou“, která řidiče informuje o směru k vyznačeným cílům z TOK. Od hranice křižovatky je vždy umístěna ve vzdálenosti do 90 m. Na jednopruhových vjezdech je navržena vždy jedna tabule osazena na boční nosné konstrukci. Na dvoupruhových vjezdech jsou pro každý jízdni pruh navrženy vždy dvě směrovací tabule, které jsou umístěné nad příslušným jízdním pruhem na nosné konstrukci. Na značce jsou vyobrazeny směry daného dopravního proudu a zároveň typ manévru, které vozidlo na TOK vykoná. Výslednou podobu směrových tabulí je nutné projednat s Policií České republiky.

Na středovém ostrově jsou při každém vjezdu do TOK umístěny značky č. Z 3 „Vodící tabule“.

*Tabulka 20: Navržené svislé dopravní značení*

<b>OZNAČENÍ</b>	<b>NÁZEV ZNAČKY</b>	<b>POČET [ks]</b>
A 4	Pozor, kruhový objezd	6
E 13	Text	6
IS 9b	Návěst před křižovatkou	6
Z 3	Vodící tabule	12

Nově navržené vodorovné dopravní značení je uvedené v Tabulce 21. Z důvodu rozšiřování vjezdů a výjezdů turbo-okružní křižovatky byly navrženy přechody pro chodce, které jsou označeny vodorovným dopravním značením č. V 7. Jako další byly navrženy přejezdy pro cyklisty přimknuté k přechodům pro chodce, jejichž označení je V 8b. Pro zajištění správného fungování TOK byly navrženy speciální směrové šipky s označením V 9a, jejichž tvary se odvíjí od tvaru turbo-okružní křižovatky. Pro každý jízdni pruh na vjezdu do TOK jsou navrženy tři směrové šipky, jejichž délka a vzdálenost mezi nimi je 5,00 m. Na okružním jízdním páse jsou před vjezdem do TOK z ramene A a ramene C navrženy směrovací šipky č. V 9a, které udávají směr pokračování v jízdě přímo.

Z důvodu rekonstrukce cyklistické stezky bylo znovu navrženo vodorovné dopravní značení č. V 14 „Jízdní pruh pro cyklisty“ a č. V 15 „Písmo“, jehož součástí je symbol představující svislou dopravní značku č. P 4 „Dej přednost v jízdě!“.

Tabulka 21: Navržené vodorovné dopravní značení

<i>OZNAČENÍ</i>	<i>NÁZEV ZNAČKY</i>	<i>ROZMĚRY [m]</i>			<i>POČET [ks]</i>
		<i>délka úsečky</i>	<i>délka mezery</i>	<i>šířka čáry</i>	
V 1a	Podélná čára souvislá	-	-	0,125	-
V 2b	Podélná čára přerušovaná	1,50	1,50	0,125	-
V 2b	Podélná čára přerušovaná	1,50	1,50	0,250	-
V 4	Vodící čára	-	-	0,250	-
V 7	Přechod pro chodce	-	-	0,500	3
V 8b	Přejezd pro cyklisty přimknutý k přechodu pro chodce	-	-	0,500	3
V 9a	Směrové šipky	-	-	-	20
V 13a	Šikmé rovnoběžné čáry	-	-	0,500	6
V 14	Jízdní pruh pro cyklisty	-	-	-	6
V 15	Písmo (symbol P 4)	-	-	-	6

Při návrhu SDZ bylo využito stávajícího dopravního značení, které bylo v rámci návrhu přemístěno ze svého původního místa na nové. Seznam všech využitých stávajících dopravních značek je v Tabulce 22. V Příloze 6 je takovéto SDZ zobrazeno v barevném provedení s komentářem „PŘEMÍSTĚNO“.

Tabulka 22: Využití stávající svislé dopravní značení

<i>OZNAČENÍ</i>	<i>NÁZEV ZNAČKY</i>	<i>POČET [ks]</i>
B 29	Zákaz stání	1
C 1	Kruhový objezd	6
C 4a	Příkazaný směr objíždění vpravo	2
C 8a	Stezka pro cyklisty	1
C 10a	Stezka pro chodce a cyklisty	1
IP 6	Přechod pro chodce	6
IP 7	Přejezd pro cyklisty	4
P 4	Dej přednost v jízdě!	6

V rámci návrhu dopravního značení výsledné varianty bylo zrušeno SDZ č. B 24a „Zákaz odbočování vpravo“ a č. P 2 „Hlavní pozemní komunikace“ (viz Tabulka 23). Jako další bylo v místě stavby zrušeno veškeré VDZ uvedené v Tabulce 24. Zrušení DZ je v Příloze 6 zaznačeno červeným křížkem doplněným o komentář „ZRUŠENO“.

*Tabulka 23: Zrušené svislé dopravní značení*

<i>OZNAČENÍ</i>	<i>NÁZEV ZNAČKY</i>	<i>POČET [ks]</i>
B 24a	Zákaz odbočování vpravo	2
P 2	Hlavní pozemní komunikace	2

*Tabulka 24: Zrušené vodorovné dopravní značení*

<i>OZNAČENÍ</i>	<i>NÁZEV ZNAČKY</i>	<i>ROZMĚRY [m]</i>			<i>POČET [ks]</i>
		<i>délka úsečky</i>	<i>délka mezery</i>	<i>šířka čáry</i>	
V 7	Přechod pro chodce	-	-	0,500	3
V 8b	Přejezd pro cyklisty přimknutý k přechodu pro chodce	-	-	0,500	3
V 9a	Směrové šipky	-	-	-	20
V 13a	Šikmé rovnoběžné čáry	-	-	0,500	10
V 14	Jízdní pruh pro cyklisty	-	-	-	6
V 15	Písmo (symbol P 4)	-	-	-	6

## 10.2. Ověření rozhledových poměrů a průjezdnosti křižovatky

Rozhledové poměry byly ověřeny na všech vjezdech do TOK a okružním jízdním páse podle metodiky uvedené v TP 135 [9] a jejich grafické vyhotovení je k dispozici v Příloze 7. Vnější průměr turbo-okružní křižovatky, který je nutný znát při ověřování rozhledových podmínek, je 79,75 m.

Požadavky na rozhledy na vjezdech jsou zajištěny rozhledovými trojúhelníky, jejichž délky stran pro dosahovanou rychlost 30 km/h byly stanoveny na základě Tabulky 5 uvedené ve výše uvedeném předpise. Na okružním jízdním páse TOK byla rovněž ověřena délka rozhledu pro zastavení  $D_z$ , která činí 20,00 m.

TOK z hlediska rozhledových poměrů vyhovuje.

Postup při ověřování vlečných křivek je rozepsán v kapitole 8.1.2. Navržené parametry TOK po ověření vlečnými křivkami směřodatného vozidla vyhověly.

### 10.3. Návrh konstrukce vozovky

Návrh konstrukce vozovky proběhl na základě požadavků TP 170 [11] a katalogu vozovek, který je součástí dodatku TP 170 [12]. Konstrukce navržené z dlážděných krytu byly navrženy v souladu s TP 192 [16]. Skladby jsou dimenzované pro nejnebezpečnější typ podloží PIII, kdy je podloží nebezpečně namrzavé.

Při prognóze intenzity automobilové dopravy pro rok 2040 (viz kapitola 4.4.4) byl zjištěn počet těžkých nákladních vozidel 1 653 voz/den. Dle TP 170 [12] je stanoveno celkem 7 tříd dopravního zatížení, přičemž hodnota 1 653 voz/den odpovídá II. třídě dopravního zatížení. Na základě toho byla stanovena návrhová úroveň porušení vozovky D0, jelikož zjištěné intenzity dopravy jsou tak vysoké, že odpovídají intenzitě dopravy pro silnice I. třídy.

Na základě dodatku TP 170 [12] jsem podle katalogu vozovek navrhla konstrukci vozovky D0-N-1-II-PIII, která je červeně zvýrazněna na Obrázku 39.

TDZ		S			I			II			III		
$TNV_1$ (TNV/24h)		10000			5000			2400			1200		
$TNV_k$ (TNV/24h)		23500			7500			3500			1500		
$TNV_{cd}$ (mil. TNV)		85			28			14.5			6.2		
$N_{cd}$ (mil. 10t náprav)		60			20			10			3.7		
		441			501			2.3			0.8		

D0-N-1		Podloží			PI			PII			PIII		
SMA, ACL, ACP, MZK, ŠD	100	40			SMA 11S			40			SMA 11S		
	200	80			ACL 22S			80			ACL 22S		
	300	150 <sup>7)</sup>			ACP 22S			110 <sup>8)</sup>			ACP <sup>8)</sup>		
	400	250			MZK			250			MZK		
	500	200			MZK			200			MZK		
	600	150			ŠDA			150			ŠDA		
	700	250			ŠDA			250			ŠDA		
Ha		270	270	270	230	230	230	200	200	200	160	160	160
Hv		520	620	720	480	580	680	450	550	650	410	510	610

Obrázek 39: Návrh konstrukce vozovky [Zdroj: Dodatek TP 170 [12]]



### Výsledná skladba vozovky D0-N-1-II-PIII:

asfaltový koberec mastixový	SMA 11S	tl. 40 mm	ČSN EN 13108-5	
asfaltový beton hrubozrnný	ACL 16S	tl. 70 mm	ČSN EN 13108-1	
obalované kamenivo hrubozrnné	ACP 22S	tl. 90 mm	ČSN EN 13108-1	▲ 150 MPa
mechanicky zpevněné kamenivo	MZK	tl. 200 mm	ČSN 73 6126-1	▼ 90 MPa
šterkodrt', třída A	ŠD <sub>A</sub>	tl. 250 mm	ČSN 73 6126-1	▼ 45 MPa

Konstrukce vozovky celkem min. 650 mm

- Výměnná vrstva pro podloží s modulem přetvárnosti < 45 MPa.

- Šterkodrt' frakce 0-63 tl. 500 mm.

- Separační netkaná geotextilie 500 g/m<sup>2</sup>.

Konstrukci chodníku a cyklistické trasy jsem dle stejného předpisu navrhla ze skladby D2-D-1-CH-PIII, která je červeně vyznačena na Obrázku 40.

TDZ		V	VI	O	CH
TNV <sub>1</sub> (TNV/24h)	90	15			
TNV <sub>k</sub> (TNV/24h)	100	15			
TNV <sub>cd</sub> (tis. TNV)	460	70			
N <sub>cd</sub> (tis. 10t náprav)	160	25			

D2-D-1	Podloží	PII	PIII	PII	PIII	PII	PIII	PII	PIII
DL, ŠD		DL 80 L 40 ▲ 90 ▼ 60 150 70 45	DL 80 L 40 ▲ 70 min. ŠD <sub>B</sub> 200 250 min. ŠD <sub>B</sub> 45	DL 80 L 40 ▲ 60 min. ŠD <sub>B</sub> 150 200 min. ŠD <sub>B</sub> 45	DL 80 L 40 ▲ 30 min. ŠD <sub>B</sub> 150 150 min. ŠD <sub>B</sub> 45				
Ha									
Hv		420 470	320 370	270 320	240 240				

Obrázek 40: Návrh konstrukce chodníku [Zdroj: Dodatek TP 170 [12]]

### Výsledná skladba chodníku a cyklistické stezky D2-D-1-CH-PIII:

betonová dlažba	DL	tl. 60 mm	ČSN 73 6131-1	
lože z drceného kameniva	L	tl. 30 mm	ČSN 73 6131-1	▲ 50 MPa
šterkodrt', třída B	ŠD <sub>B</sub>	tl. 200 mm	ČSN 73 6126-1	▼ 30 MPa

Konstrukce celkem min. 290 mm

Minimální modul přetvárnosti na pláni je uvažován 30 MPa.

Zpevněnou část středového ostrova (tzv. prstenec) jsem navrhla podle TP 192 [16]  
z následující skladby:

dlažební kamenné kostky	DL	tl. 160 mm	ČSN EN 73 6131-1	
lože z prostého betonu, C20/25 XF3	L	tl. 80 mm	ČSN EN 73 6131-1	▲ 70 MPa
<u>mechanicky zpevněné kamenivo</u>	<u>MZK</u>	<u>tl. 250 mm</u>	<u>ČSN 73 6126-1</u>	<u>▼ 30 MPa</u>
Konstrukce celkem		min. 490 mm		

Minimální modul přetvárnosti na pláni je uvažován 30 MPa.

#### 10.4. Předběžný rozpočet

Předběžný rozpočet stanovený pro výslednou variantu je uvedený v Tabulce 25. Ceny, které jsou v tabulce uvedeny, jsou pouze orientační, a proto lze očekávat, že se náklady na výstavbu mohou navýšit. Ceny byly převzaty z cenové databáze SFDI [33]. Orientační cena pro výslednou variantu je 10 840 000 Kč.

Tabulka 25: Předběžný rozpočet výsledné varianty

<i><b>POLOŽKA</b></i>	<i><b>CENA ZA MJ</b></i>		<i><b>MNOŽSTVÍ</b></i>	<i><b>CENA V Kč</b></i>
<i>Odstranění stávající vozovky</i>	730	Kč/m <sup>2</sup>	4 108	2 998 840
<i>Nová konstrukce vozovky</i>	1 260	Kč/m <sup>2</sup>	3 900	4 914 000
<i>Cyklistická stezka</i>	950	Kč/m <sup>2</sup>	525	498 750
<i>Nová konstrukce chodníku</i>	561	Kč/m <sup>2</sup>	306	171 666
<i>Předláždění chodníku</i>	221	Kč/m <sup>2</sup>	527	116 467
<i>Žulové obrubníky OP 3</i>	1 120	Kč/bm	809	906 080
<i>Silniční obrubníky a ostatní betonové prvky</i>	380	Kč/bm	620	235 600
<i>Prstenec</i>	744	Kč/m <sup>2</sup>	430	319 920
<i>Vodorovné dopravní značení</i>	415	Kč/m <sup>2</sup>	250	103 750
<i>Svislé dopravní značení</i>	3 000	Kč/ks	30	90 000
<i>Dosypávka zeminy a její zhutnění</i>	190	Kč/m <sup>3</sup>	795	151 050
<i>Ohumusování a osetí</i>	85	Kč/m <sup>2</sup>	3 840	326 400
<b>Celková cena (zaokrouhleno)</b>				<b>10 840 000</b>

## 11. ZÁVĚR

Cílem diplomové práce na téma „Rekonstrukce okružní křižovatky na ulici Hlavní třída a ulici Porubská v Ostravě“ bylo navržení dvou variant přestavby stávající okružní křižovatky s dvoupruhovým okružním jízdním pásem. S ohledem na vysokou dopravní nehodovost, vznik mnoha konfliktních situací a zjištěné bodové závady na stávající okružní křižovatce bylo při navrhování jednotlivých variant dbáno na dosažení potřebných opatření, které by vedly ke zvýšení plynulosti a bezpečnosti provozu automobilové, pěší a cyklistické dopravy.

Prvním návrhem je turbo-okružní křižovatka, která svou rozlohou co nejvíce respektuje stávající stav okružní křižovatky. V rámci druhé varianty je navržena turbo-okružní křižovatka typu koleno, která je tvořena dvěma spojovacími větvemi, tzv. bypassy.

Během návrhů rekonstrukce dvoupruhové okružní křižovatky byla dodržována jejich správnost a byly provedeny v souladu s platnými předpisy. Vhodnost návrhu jednotlivých variant byla ověřena rozhledovými poměry na vjezdech a okružním jízdním pásem turbo-okružní křižovatky a průjezdem směrodatného vozidla s pomocí programu AutoTURN.

Navržené varianty byly na závěr podrobeny multikriteriálnímu hodnocení, podle kterého se za nejvhodnější řešení rekonstrukce okružní křižovatky ukázala varianta 1. Stávající okružní křižovatka by byla v rámci této varianty přebudována na turbo-okružní křižovatku typu vejce, která by svým stavebním uspořádáním zajistila jak bezpečnost všech účastníků provozu, tak co nejplynulejší průjezd křižovatkou.

## 12. SEZNAM LITERATURY A POUŽITÝCH ZDROJŮ

### Literatura

- [1] ČSN 73 6102 Projektování křižovatek na pozemních komunikacích, 2012
- [2] ČSN 73 6110 Projektování místních komunikací, 2006
- [3] ČSN 01 3466 Výkresy inženýrských staveb – Výkresy pozemních staveb, 1997
- [4] TP 14/2015 Projektovanie turbo-okružných križovatiek, MDVRR SR, 2015
- [5] TP 65 Zásady pro dopravní značení na pozemních komunikacích, MD ČR, 2013
- [6] TP 100 Zásady pro orientační dopravní značení na pozemních komunikacích, MD – OPK, 2017
- [7] TP 113 Značky a symboly pro výkresy pozemních komunikací, MDS – OPK, 1999
- [8] TP 133 Zásady pro vodorovné dopravní značení na pozemních komunikacích, MD ČR, 2013
- [9] TP 135 Projektování okružních křižovatek na silnicích a místních komunikacích, MD ČR, 2017
- [10] TP 169 Zásady pro označování dopravních situací na pozemních komunikacích, MD ČR, 2005
- [11] TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací, MD ČR OPK, 2004
- [12] Dodatek TP 170 Navrhování vozovek pozemních komunikací, MD – OSI, 2010
- [13] TP 171 Vlečné křivky pro ověřování průjezdnosti směrových prvků pozemních komunikací, MD – OPK, 2005
- [14] TP 179 Navrhování komunikací pro cyklisty, MD – OPK, 2006
- [15] TP 189 Stanovení intenzity dopravy na pozemních komunikacích, II. vydání, MD – OPK, 2012
- [16] TP 192 Dlažby pro konstrukce PK, MD ČR, 2008
- [17] TP 225 Prognóza intenzity automobilové dopravy, II. vydání, MD – OPK, 2012
- [18] TP 234 Posuzování kapacity okružních křižovatek, MD ČR, 2011

- [19] Vyhláška č. 294/2015 Sb. Dopravní značky, MD ČR, 2016
- [20] Vyhláška č. 398/2009 Sb., o technických požadavcích zabezpečujících bezbariérové využívání staveb, 2009
- [21] KŘIVDA, Vladislav. Konfliktní situace v silniční dopravě. Ostrava, 2014. Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava, Fakulta stavební.
- [22] Metodika pro navrhování turbo-okružních křižovatek, Vysoké učení technické v Brně, 2015

### Internetové zdroje

- [23] *Statutární město Ostrava: Městský Obvod Ostrava Poruba* [online]. 2018 [cit. 2018-10-03]. Dostupné z: <https://poruba.ostrava.cz/cs>
- [24] *OSTRAVA* [online]. 2018 [cit. 2018-10-03]. Dostupné z: <https://www.ostrava.cz/cs>
- [25] *Mapy.cz* [online]. [cit. 2018-09-30]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>
- [26] *Dopravní podnik Ostrava: Schéma sítě linek* [online]. 2018 [cit. 2018-10-04]. Dostupné z: <https://www.dpo.cz/>
- [27] *OSTRAVAINFO: Trasa W* [online]. ©2016–2018 [cit. 2018-10-04]. Dostupné z: <https://www.ostravainfo.cz/>
- [28] *Google* [online]. 2018 [cit. 2018-10-05]. Dostupné z: <https://www.google.cz/maps?hl=cs&tab=wl>
- [29] *Jednotná dopravní vektorová mapa: Statistika nehod v mapě* [online]. ©2006 [cit. 2018-09-30]. Dostupné z: <http://www.jdvm.cz>
- [30] *Ostravské komunikace, a.s.: Místní komunikace* [online]. ©2011 [cit. 2018-10-04]. Dostupné z: <http://www.okas.cz/>
- [31] *Státní správa zeměměřictví a katastru: Český úřad zeměměřický a katastrální* [online]. ©2018 [cit. 2018-09-30]. Dostupné z: <https://cuzk.cz/>
- [32] *TRALYS: transport analysis* [online]. 2012 [cit. 2018-10-28]. Dostupné z: <http://tralys.cz/>
- [33] *SFDI: Státní fond dopravní infrastruktury* [online]. 2018 [cit. 2018-10-25]. Dostupné z: <https://www.sfdi.cz/>



### 13. SEZNAM OBRÁZKŮ

Obrázek 1: Poloha okružní křižovatky vzhledem k okolním městům [Zdroj: Mapy.cz [25]] .	13
Obrázek 2: Detail řešené okružní křižovatky [Zdroj: Mapy.cz [25]] .....	14
Obrázek 3: Ortofotomapa řešené okružní křižovatky [Zdroj: Mapy.cz [25]] .....	15
Obrázek 4: Síť autobusových linek DPO [Zdroj: Ostravainfo [27]] .....	16
Obrázek 5: Vedení cyklotrasy W okružní křižovatkou [Zdroj: Mapy.cz [25]] .....	16
Obrázek 6: Stávající průběh inženýrských sítí .....	17
Obrázek 7: Ramena okružní křižovatky [Zdroj: Mapy.cz[25]] .....	18
Obrázek 8: Ukázka SDZ na okružním jízdním páse (vlevo) a na vjezdu do OK (vpravo) .....	23
Obrázek 9: Stanoviště dopravních průzkumů [Zdroj: Mapy.cz [25]] .....	24
Obrázek 10: Instalace sčítací karty .....	26
Obrázek 11: Umístění sčítacích karet na vjezdu ramene B a C .....	26
Obrázek 12: Instalace sčítacího radaru a jeho aktivace pomocí bluetooth .....	27
Obrázek 13: Umístění sčítacích radarů na vjezdu ramene D a na výjezdu ramene A .....	27
Obrázek 14: Pentlogram pro dopravní průzkum č. 1 .....	32
Obrázek 15: Pentlogram pro dopravní průzkum č. 2 .....	33
Obrázek 16: Kolizní body na řešené okružní křižovatce .....	41
Obrázek 17: Dopravní nehodovost na řešené okružní křižovatce [Zdroj: JDVM [29]] .....	42
Obrázek 18: Dopravní nehody na ramenech řešené okružní křižovatky [Zdroj: JDVM [29]]	43
Obrázek 19: Schéma konfliktních situací pro první dopravní průzkum .....	48
Obrázek 20: Konfliktní situace na výjezdu ramene A .....	50
Obrázek 21: Konfliktní situace na výjezdu ramene D .....	51
Obrázek 22: Konfliktní situace na výjezdu ramene C .....	51
Obrázek 23: Konfliktní situace na výjezdu ramene B .....	52
Obrázek 24: Schéma konfliktních situací pro druhý dopravní průzkum .....	53
Obrázek 25: Kolizní body základní turbo-okružní křižovatky [Zdroj: TP 14/2015 [4], obr. 3.3, upraveno] .....	56
Obrázek 26: Turbo-okružní křižovatka typu vejce [Zdroj: TP 135 [9], obr. 19, upraveno] ....	57
Obrázek 27: Návrh varianty 1 .....	58
Obrázek 28: Schéma geometrie turbobloku pro TOK typu vejce [Zdroj: TP 135 [9], obr. 23] .....	59
Obrázek 29: Provedení fyzického oddělení jízdních pruhů [Zdroj: Metodika pro navrhování turbo-okružních křižovatek [22], obr. 25] .....	61

Obrázek 30: Příklad fyzického oddělení jízdních pruhů [Zdroj: TP 14/2015 [4], obr.6.7] .....	61
Obrázek 31: Průjezd osobního vozidla TOK s použitím rozšíření (vlevo) a bez rozšíření (vpravo) fyzického prvku .....	65
Obrázek 32: Opatření fyzického oddělení jízdních pruhů .....	66
Obrázek 33: Turbo-okružní křižovatka typu koleno [Zdroj: TP 135 [9], obr. 21, upraveno]..	67
Obrázek 34: Návrh varianty 2 .....	68
Obrázek 35: Schéma geometrie turbobloku pro TOK typu koleno .....	69
Obrázek 36: Připojení větve úrovně křižovatky pomocí zkráceného připojovacího pruhu [Zdroj: ČSN 73 6102 [1], obr. 38b)] .....	72
Obrázek 37: Odbočovací pruh pro odbočení vpravo bez zastavení na úrovně křižovatce [Zdroj: ČSN 73 6102 [1], obr. 23a)] .....	73
Obrázek 38: Směrodatné vozidlo BUS 15 .....	74
Obrázek 39: Návrh konstrukce vozovky [Zdroj: Dodatek TP 170 [12]] .....	82
Obrázek 40: Návrh konstrukce chodníku [Zdroj: Dodatek TP 170 [12]] .....	83

## 14. SEZNAM TABULEK

Tabulka 1: Stávající vodorovné dopravní značení .....	22
Tabulka 2: Stávající svislé dopravní značení .....	23
Tabulka 3: Intenzita dopravy v době dopravního průzkumu č. 1 .....	28
Tabulka 4: Celková intenzita dopravy v době dopravního průzkumu č. 2 .....	29
Tabulka 5: Intenzita dopravy na vjezdu ramene B v době dopravního průzkumu č. 2 .....	30
Tabulka 6: Intenzita dopravy na výjezdu ramene A v době dopravního průzkumu č. 2 .....	31
Tabulka 7: Posouzení kapacity vjezdů do okružní křižovatky pro první dopravní průzkum ..	35
Tabulka 8: Posouzení kapacity výjezdů do okružní křižovatky pro první dopravní průzkum	35
Tabulka 9: Posouzení kapacity vjezdů do okružní křižovatky pro druhý dopravní průzkum..	36
Tabulka 10: Posouzení kapacity výjezdů do okružní křižovatky pro druhý dopravní průzkum .....	36
Tabulka 11: Denní intenzita dopravy .....	38
Tabulka 12: Týdenní průměr denních intenzit dopravy .....	39
Tabulka 13: Roční průměr denních intenzit dopravy .....	39
Tabulka 14: Druhy dopravních nehod a jejich četnost .....	43

Tabulka 15: Druhy konfliktních situací na okružní křižovatce během prvního dopravního průzkumu.....	46
Tabulka 16: Druhy konfliktních situací na okružní křižovatce během druhého dopravního průzkumu.....	49
Tabulka 17: Rozměry a poloměry turbo-okružní křižovatky varianty 1 .....	60
Tabulka 18: Rozměry a poloměry turbo-okružní křižovatky varianty 2.....	70
Tabulka 19: Multikriteriální hodnocení navržených variant.....	76
Tabulka 20: Navržené svislé dopravní značení.....	79
Tabulka 21: Navržené vodorovné dopravní značení.....	80
Tabulka 22: Využití stávající svislé dopravní značení .....	80
Tabulka 23: Zrušené svislé dopravní značení .....	81
Tabulka 24: Zrušené vodorovné dopravní značení .....	81
Tabulka 25: Předběžný rozpočet výsledné varianty.....	85

## 15. SEZNAM GRAFŮ

Graf 1: Hodnoty získané sčítací kartou na vjezdu ramene B v době dopravního průzkumu č. 2 .....	30
Graf 2: Hodnoty získané radarem na výjezdu ramene A v době dopravního průzkumu č. 2 ..	31
Graf 3: Prognóza automobilové dopravy v letech 2018–2040.....	40
Graf 4: Počet dopravních nehod za uvažované období .....	42

## 16. SEZNAM PŘÍLOH

### Výkresová část

Příloha 1 – ŠIRŠÍ VZTAHY	M 1 : 40 000
Příloha 2 – STÁVAJÍCÍ STAV – STAVEBNÍ USPOŘÁDÁNÍ	M 1 : 500
Příloha 3 – STÁVAJÍCÍ STAV – DOPRAVNÍ ZNAČENÍ	M 1 : 500
Příloha 4 – VARIANTA 1	M 1 : 500
Příloha 5 – VARIANTA 2	M 1 : 500
Příloha 6 – VARIANTA 1 – DOPRAVNÍ ZNAČENÍ	M 1 : 500
Příloha 7 – VARIANTA 1 – ROZHLEDOVÉ POMĚRY	M 1 : 500
Příloha 8 – VARIANTA 1 – OVĚŘENÍ VLEČNÝCH KŘIVEK 1	M 1 : 500
Příloha 9 – VARIANTA 1 – OVĚŘENÍ VLEČNÝCH KŘIVEK 2	M 1 : 500
Příloha 10 – VZOROVÝ PŘÍČNÝ ŘEZ A – A'	M 1 : 50

### Textová část

Příloha 11 – FOTODOKUMENTACE STÁVAJÍCÍHO STAVU OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKY
Příloha 12 – FOTODOKUMENTACE OKRUŽNÍ KŘÍŽOVATKY BĚHEM OPRAVY HORKOVODNÍ SÍTĚ
Příloha 13 – VYHODNOCENÍ DOPRAVNÍCH PRŮZKUMŮ

## **PODĚKOVÁNÍ**

Ráda bych touto cestou vyjádřila poděkování panu Ing. Janu Petřů, Ph.D. za jeho cenné rady, trpělivost a vstřícnost při konzultacích a vypracování mé diplomové práce.